FONDO P

NAZIONALE
B. Prov.
IV
464
BIBLIOTECA
VITT EM. III
NAPOLI

BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio XIII

Palchetto B
Num.° d' ordine 2 F. B. 8

B. Proc.
IV
464–466

101
4
26-28

NOUVEAU DICTIONNAIRE

DE PHYSIQUE.

613.09 SBN

NOUVEAU DICTIONNAIRE

DE PHYSIQUE,

RÉDIGÉ D'APRÈS LES DÉCOUVERTES LES PLUS MODERNES.

PAR A. LIBES,

AUTEUR D'UN TRAITÉ DE PHYSIQUE,

ET PROFESSEUR AUX LYCÉES DE PARIS.

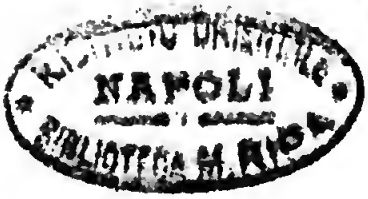
TOME PREMIER.

A PARIS,

CHEZ GIGUET ET MICHAUD, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,

RUE DES BONS-ENFANS, N°. 34.

M. DCCC. VI.



DISCOURS

PRÉLIMINAIRE.

Un beau tableau porte toujours l'empreinte de la main habile qui lui a donné l'existence, quoique souvent, à mesure qu'il s'éloigne de l'époque de son origine, il cesse de ressembler à l'objet dont on a voulu tracer l'image. Tels sont la plupart des bons ouvrages qui ont pour objet la science de la nature; ils perdent en vieillissant le mérite de la ressemblance, et souvent, pour les bien juger, il est nécessaire de remonter aux premiers jours de leur enfance. Ces réflexions font sentir la nécessité de renouveler, ou, pour mieux dire, de refaire les ouvrages des sciences, à des époques fixées par la rapidité de leur marche.

Considérée au moment de sa naissance, la physique n'a été, comme toutes les sciences naturelles, qu'une science d'observation. Le spectacle d'un grand nombre de phénomènes infiniment variés, a dû d'abord frapper les regards et fixer l'attention des hommes des premiers âges. Mais bientôt une impatiente curiosité leur a fait perdre le fil qui devoit les diriger dans l'étude de la nature. A la connoissance encore imparfaite de quelques effets naturels a succédé le désir précoce d'en déterminer les causes; et lorsque la nature s'est obstinée à les couvrir d'un voile impénétrable, ils en ont créé d'imaginaires, auxquelles les phénomènes ont été forcés de se plier. Dès-lors la physique a cessé d'être la science de la nature; elle a fait place à une fausse métaphysique qui a couvert subitement de ses ombres le domaine de la science. A la recherche des véritables lois du mouvement, on a substitué le problême chimérique de son existence, et l'on

s'est livré à des disputes puériles pour en trouver la solution. Au lieu d'étudier avec soin les propriétés de l'air, on a supposé à la nature une aversion imaginaire du vide, pour expliquer les phénomènes qui dépendent exclusivement de la pression de ce fluide.

C'est ainsi que les physiciens de la haute antiquité couroient de précipice en précipice, et s'écartoient toujours davantage des vrais sentiers de la nature.

Il falloit, pour dissiper ces erreurs devenues en quelque sorte populaires, un homme doué d'un génie vaste, et d'une âme avide de découvrir la vérité. Cet honneur étoit réservé à *Descartes*; mais une imagination sans frein, combinée avec une forte passion pour la gloire, lui préparoit des écueils dont il ne sut pas se garantir; et bientôt les mêmes armes qu'il avoit employées avec succès à détruire le péripatétisme servirent à renverser l'édifice qu'il éleva sur ses débris.

C'est, à proprement parler, à *Galilée*, à *Toricelli*, à *Boyle* et à *Mariotte*, que nous devons d'avoir ramené la physique à sa véritable destination. Un coup-d'œil jeté sur l'état de foiblesse et de langueur où la science étoit réduite, leur fit abandonner ces routes incertaines et obscures qui avaient égaré les physiciens, pour suivre les vrais sentiers de la nature, toujours éclairés par le flambeau de l'observation, dont celui de l'expérience ne tarda pas à augmenter l'activité.

Il existe entre l'expérience et l'observation une différence qu'il importe d'apprécier. L'observation consiste à écouter la nature qui parle. Par l'expérience, on interroge la nature qui garde le silence sur la cause d'un phénomène. Il suffit à l'observateur d'être familiarisé avec la langue de la nature, et de ne jamais altérer, par une infidèle traduction, la pure simplicité de son langage; il faut que celui qui tente des expériences connoisse l'art d'interroger à propos et sans importunité la nature. Cet art vraiment difficile est rarement apprécié; et le plus souvent la première interrogation, ou la première expérience qu'on fait, ne sert qu'à indiquer la vraie manière de la faire.

Ne confondons point le physicien dont je parle, celui qui véritablement interroge la nature, avec ces manipulateurs qui joignent à l'habitude de remuer des machines, la facilité de répéter des expériences connues. Ces physiciens, si toutefois ils en

méritent le nom, n'arrachent jamais un secret à la nature; ce sont des échos qui le plus souvent la fatiguent par des répétitions inutiles.

L'observation combinée avec l'expérience fit éclore les plus brillantes découvertes. *Galilée* établit les lois de la chute des corps; *Toricelli* reconnut la pesanteur de l'air, que *Paschal* rendit plus sensible par des expériences variées, et dont *Boyle* démontra rigoureusement l'existence, à l'aide d'une machine qui lui doit, sinon son origine, du moins le degré de perfection qu'elle a acquis. *Mariotte*, portant le flambeau de l'expérience sur toutes les parties de la physique, répandit la clarté sur un grand nombre de phénomènes; il établit les lois du choc et celles qui maîtrisent les fluides en mouvement.

Des succès plus brillans étaient réservés à la physique, et ils devoient naître d'une heureuse association de l'expérience, de l'observation et du calcul. *Newton* saisit avec adresse ces instrumens réunis, et les mania avec une si merveilleuse facilité, qu'il recula bien loin les limites de la science. Ce seroit ici le lieu de tracer le tableau des sublimes découvertes dont ce grand homme enrichit la physique, si les traits dont il se compose n'existoient épars dans le cours de cet ouvrage. (*Voyez* les articles FLUIDE LUMINEUX, COULEURS, ATTRACTION, NEWTONIANISME, etc.)

La physique ne dégénéra point entre les mains des disciples de *Newton*; ils servirent utilement la science, en propageant la doctrine de leur maître; plusieurs même, parmi lesquels je distingue *Cottes*, *Sgravezande*, *Desaguilliers*, *Mussembrock*, etc. travaillèrent avec succès à défricher quelques coins du terrain immense que *Newton* avoit parcouru, et que l'extrême célérité de sa marche avoit forcé d'abandonner sans culture.

Des progrès aussi rapides, déterminés par la forte impulsion que *Newton* avoit donnée à la physique, devoient naturellement lui faire bientôt atteindre sa limite de perfection, si quelques obstacles suscités par l'ignorance n'en avoient ralenti l'activité. L'expérience et le calcul, ces deux instrumens que *Newton* avoit réunis dans l'étude de la physique, éprouvèrent une séparation qui leur fit perdre leur puissance et leur fécondité.

La physique purement expérimentale devint une science frivole; bientôt elle ne présenta qu'un amas de jouets d'enfans au milieu de quelques meubles riches et fastueux. Ces sortes de

spectacles ne pouvoient manquer d'attirer les regards de la multitude ignorante ; ils eurent même une vogue passagère qui ne tarda pourtant pas à finir par le mépris.

Le calcul est une langue qui doit à son extrême concision le privilége de l'universalité ; il est véritablement de la physique lorsqu'il s'exerce sur des faits bien constatés. Dans toute autre hypothèse, il va se perdre dans la classe de ces êtres chimériques que l'imagination enfante, et que la nature désavoue. (*Voyez* HYPOTHÈSE, SYSTÈME, THÉORIE, PHYSIQUE.)

La géométrie n'est donc point étrangère au physicien ; mais il ne doit emprunter ses figures et son langage que pour confirmer le témoignage de l'expérience, ou pour tirer d'un ou de plusieurs faits qu'elle atteste des conclusions rigoureuses qui lui font prévoir les résultats des expériences futures.

C'est surtout dans l'enseignement de la physique qu'il importe d'employer, quoique avec ménagement, l'expérience, pour établir solidement les principes de la science. Les expériences sont en physique ce que les figures sont en géométrie ; elles rendent sensibles, et, en quelque sorte, familières des vérités qui, sans leur secours, seroient peut-être encore généralement méconnues. Les preuves géométriques ont sans doute sur les preuves expérimentales l'avantage d'atteindre à la précision, et de donner une entière certitude ; mais elles sont toujours moins lumineuses pour des élèves, à peine initiés dans la carrière de la science : de là vient sans doute qu'ils sont plus étonnés qu'instruits par des résultats analytiques, lorsque le témoignage des sens ne confirme point l'à peu près de la vérité dont on vient de leur démontrer l'existence ; de là vient que la plus légère difficulté les arrête, que le moindre effet naturel leur paroît une énigme inexplicable ; de là vient en un mot qu'on les voit allier le plus souvent la connoissance des plus élégantes formules avec l'ignorance parfaite de la cause des phénomènes les plus vulgaires, et de la marche que suit la nature dans leur production. Ainsi pensoit *Newton* qui, dans son immortel livre *des Principes*, ne dédaigne pas de placer les belles expériences de *Mariotte* relatives aux lois du choc, à côté des preuves analytiques qui en démontrent l'existence. Ainsi pensoient *Sgravezande*, *Mariotte*, *Cottes*, *Desaguilliers*, ces savans célèbres faits pour servir de modèle dans l'art d'écrire et d'enseigner la physique.

Mon but, en composant cet ouvrage, a été de présenter la physique d'une manière abrégée, mais complète; de la débarrasser d'un grand nombre de superfluités dont elle étoit surchargée; de ne développer que des théories solidement établies dont l'utilité si souvent contestée est enfin généralement reconnue (*Voyez* THÉORIE.); de mettre la science au véritable niveau des découvertes modernes; enfin, de lui rendre ses anciennes limites, que plusieurs auteurs modernes me paroissent avoir resserrées dans un espace trop étroit.

J'ai tâché, en traitant de l'attraction moléculaire ou de l'affinité, de ramener les lois qui la maîtrisent à la loi de la gravitation. Je n'en démontre point directement l'identité; mes prétentions se bornent à lier à la loi générale, le phénomène principal, celui d'où tous les autres émanent; c'est-à-dire, à faire voir qu'en supposant que l'attraction moléculaire est, comme la gravitation, en raison directe des masses et en raison inverse du carré de la distance, il s'ensuit que l'attraction moléculaire est infinie au contact, nulle à une distance sensible; et c'est là, je crois, que doivent aboutir tous les efforts du physicien. Deux mémoires publiés, il y a plus d'un an, dans le *Journal de Physique*, renferment cette théorie de l'attraction moléculaire; et aucune objection ne m'est encore parvenue, quoique les journaux étrangers se les soient, en quelque sorte, appropriés par différentes traductions.

Je fais voir, article ÉLECTRICITÉ, que les substances résineuses ont la singulière propriété de s'électriser par leur contact avec tous les corps de la nature, et que l'électricité que le contact développe est toujours l'inverse de celle que fait naître le frottement. Les expériences qui m'ont conduit à ce résultat, sont aussi délicates que nombreuses; plusieurs même sont de nature à ne pouvoir être faites sans secours. Je dois ici la justice de dire que *Giraud*, un de mes élèves les plus distingués par son talent et par son goût pour les sciences physiques, les a suivies pendant six mois avec la plus grande exactitude, et qu'il a plusieurs fois contribué, par de justes observations, à simplifier les appareils qui doivent en assurer le succès.

La forme de *Dictionnaire* que j'ai donnée à cet ouvrage, ne m'a point dispensé d'y joindre une table de matières; elle est commandée par la facilité que j'avois de traiter les mêmes points

de théorie dans divers articles de l'ouvrage. *Deschonen*, mon ancien élève, a bien voulu se charger de ce travail, et son intelligence m'est trop connue, pour que je doute qu'il ne l'ait exécuté avec succès.

Ce *Dictionnaire* est suivi d'un *Supplément* qui renferme quelques mots qui m'avoient échappé, et quelques découvertes postérieures à l'impression des articles auxquels elles ont rapport.

INTRODUCTION.

La forme de dictionnaire est-elle plus favorable que celle de traité à l'étude et à l'avancement d'une science? L'une et l'autre ont des avantages et des inconvéniens qui, présentés avec impartialité, mettront le lecteur à même de décider cette question.

Un traité doit être fait d'après un plan qui lie entr'eux tous les élémens qui le composent. Dans un dictionnaire, les articles sont isolés et indépendans les uns des autres; un traité, et surtout un traité élémentaire est presque exclusivement le livre des principes; mais il faut qu'ils y soient démontrés avec sévérité, et enchaînés les uns aux autres par le lien de la méthode. Un dictionnaire embrasse toute la science; il exige des développemens et des détails; l'histoire même des erreurs qui se sont succédées ne lui est point étrangère. Un traité élémentaire bien fait, est propre à diriger un jeune élève qui veut se nourrir des principes de la science; un dictionnaire offre aux gens du monde, aux savans même la facilité de trouver promptement ce qu'ils désirent, et de recueillir de nouvelles idées par la lecture de divers articles isolés.

Le plus grand désavantage attaché à la forme de dictionnaire, consiste donc en ce que les articles dont il se compose, ne sont point liés entr'eux par une dépendance réciproque, de manière que celui qui veut étudier la science ne sait par quels articles il doit commencer et finir son travail. Pour faire disparoître cet inconvénient, il suffit, sans doute, de tracer le tableau des articles du dictionnaire, tel qu'il seroit s'il avoit la forme de traité; et c'est là la tache que je me propose de remplir dans cette introduction.

Il faut, d'abord, que celui qui veut faire une étude suivie de la physique, se familiarise avec quelques notions préliminaires qui sont exposées avec détail dans les articles suivans:

Corps.
Nature.
Science.
Élémens.
Molécule constituante.
Molécule intégrante.
Propriété.
Phénomène.
Physique.
Hypothèse.
Système.
Théorie.
Cartésianisme.
Newtonianisme.

Ces connoissances une fois acquises, il importe d'étudier avec soin les propriétés générales des corps, dans l'ordre et dans les articles qui suivent :

Étendue.	Mobilité.
Divisibilité.	Inertie.
Figurabilité.	Gravité.
Impénétrabilité.	

Il faut ensuite étudier les phénomènes qui appartiennent à chacune de ces propriétés générales. On trouvera dans les articles suivans tout ce qui a rapport à la mobilité.

Masse.	Force.
Densité.	Mouvement uniforme.
Espace.	Mouvement uniformément accéléré.
Temps.	Mouvement uniformément retardé.
Vitesse.	Chute des corps.

Viennent ensuite les phénomènes qui appartiennent à l'inertie des solides. Les articles suivans en renferment le tableau.

Choc.	Levier.
Choc direct des corps non élastiques.	Balance.
Choc direct des corps élastiques.	Poulie.
Choc oblique.	Coin.
Communication du mouvement.	Treuil.
Mouvement composé.	Cabestan.
Composition des forces.	Plan incliné.
Mouvement curviligne.	Vis.
Force centrale.	Machine funiculaire.
Force centrifuge.	Vis sans fin.
Équilibre.	Grue.
Équilibre dans les machines.	Cordes.
Machine.	Frottement.

Il importe d'examiner ensuite dans les articles suivans, les phénomènes qui appartiennent à l'inertie des fluides.

Fluides.
Pesanteur spécifique.
Écoulement des fluides.
Jet d'eau.
Résistance des fluides.

La dernière propriété commune, la gravité doit enfin fixer l'attention

du lecteur. Il trouvera dans les articles suivans, tout ce qui a rapport à cette propriété, considérée dans les corps célestes.

Soleil.
Planètes.
Mercure.
Vénus.
Terre.
Mars.
Cérès.
Pallas.
Junon.
Jupiter.
Saturne.
Uranus.
Lune.
Satellites.
Étoiles.
Comètes.
Mouvement du soleil.
Mouvement des planètes.
Direction des planètes.
Rétrogradation des planètes.
Éclipses de lune.
Éclipses de soleil.
Phases.
Taches.
Libration.
Parallaxe.
Sphère.
Jour.
Saisons.
Crépuscule.
Attraction.
Mouvement de la terre.
Masses des planètes.
Densités des planètes.
Figure des planètes.
Figure de la terre.
Flux et reflux de la mer.
Mouvement de la lune à l'article Lune.
Précession des équinoxes.
Nutation de l'axe de la terre.

Il faut ensuite considérer la gravité dans les corps terrestres. On trouvera l'ensemble des phénomènes qui y ont rapport dans les articles :

Pesanteur.
Centre de gravité.
Poids.
Chute des corps.
Plan incliné.
Pendule.
Centre d'oscillation.
Mouvement de projection.

Après avoir étudié les propriétés communes au même degré à tous les corps de la nature, il faut examiner les propriétés qui caractérisent les corps; cet examen doit être précédé par la théorie de l'attraction moléculaire, et par la considération de quelques phénomènes qui en dépendent. Voyez les articles :

Attraction moléculaire.
Tube capillaire.
Cristallisation.

Il importe d'étudier ensuite la théorie du calorique, les propriétés

physiques de ce fluide, ses propriétés chimiques, les diverses applications qu'on en peut faire aux arts, aux usages même les plus ordinaires de la société; son influence sur la porosité, la compressibilité et l'élasticité des corps; sur leur passage de la solidité à la liquidité, de la liquidité à la fluidité aériforme; enfin sur l'ascension du mercure dans le thermomètre. Voyez les articles:

Calorique.
Calorique rayonnant.
Chaleur.
Froid.
Thermomètre.
Thermoscope.
Pyromètre.
Porosité.
Compressibilité.
Élasticité.

De tous les fluides aériformes, celui qu'il nous importe le plus de connoître, c'est l'air atmosphérique. Il faut étudier avec soin la pesanteur de ce fluide, son élasticité et les effets de sa pression pour faire monter l'eau dans les pompes, le mercure dans le baromètre. On examinera ensuite sa nature. Ces différens objets sont traités dans les articles qui suivent:

Air.
Eudiomètre.
Atmosphère.
Baromètre.
Pompe.
Son.
Sonomètre.
Cordes vibrantes.

Après avoir examiné les propriétés de l'air atmosphérique, on considérera, dans les articles qui suivent, l'eau dans l'état de glace, de liquide et de vapeur élastique. On étudiera sa nature, et cette connoissance combinée avec celles qu'on aura précédemment acquises sur la nature et les propriétés de l'air atmosphérique conduira à l'explication d'un grand nombre de phénomènes.

Eau.
Fontaine.
Fontaine intermitt.
Rivière.
Mer.
Évaporation.
Hygromètre.
Glace.
Congélation.
Vapeur aqueuse.
Marmite de Papin.
Pompe à vapeur.
Eolypile.
Combustion.
Respiration.
Chaleur animale.
Végétation.
Fermentation.

De là on passera à l'examen des différens gaz qui ne sont ni acides ni alcalins.

Gaz.
Gazomètre.
Gaz azote.
Gaz azote phosphoré.
Gaz azote sulfuré.
Gaz hydrogène.
Gaz hydrogène carburé.
Gaz hydrogène oxi-carburé.
Gaz hydrogène phosphoré.
Gaz hydrogène sulfuré.
Gaz nitreux.
Gaz oxide d'azote.
Gaz oléfiant.
Gaz oxigène.

Suivra l'examen des acides des alcalis, des terres, des métaux et des sels. Voyez les articles :

Acide.
Acide carbonique.
Acide fluorique.
Acide muriatique.
Acide muriatique oxigéné.
Acide nitrique.
Acide nitreux.
Acide sulfureux.
Acide sulfurique.
Alcali.
Baryte.
Potasse.
Soude.
Strontiane.
Ammoniaque.
Métaux.
Sels.

On étudiera ensuite les phénomènes qui regardent la lucidité. La vitesse prodigieuse du fluide lumineux, son affaiblissement, soit à raison de la distance, soit à raison de la densité du milieu supposé homogène qu'il a à traverser; la décomposition de ce fluide en une infinité de rayons différemment réfrangibles, dont on a réduit le nombre à sept, les phénomènes des couleurs, de l'arc-en-ciel, de la vision; les lois de la réflexion et de la réfraction; ces objets importans sont traités avec soin dans les articles qui suivent :

Fluide lumineux.
Propagation du fluide lumineux.
Aberration des étoiles.
Ombre.
Pénombre.
Grandeur apparente des objets.
Distance apparente des objets.
Nombre apparent des objets.
Obscurité apparente des objets.
Mouvement apparent des objets.
Réflexion du fluide lumineux.
Miroir.
Miroir plan.
Miroir convexe.
Miroir concave.
Miroir ardent.
Réfraction du fluide lumineux.

Pour savoir ensuite comment s'opère la vision, on lira les articles :

OEil.
Visible.
Vision.
Vue.

L'organe de la vision n'est pas toujours propre à remplir les fonctions auxquelles il est destiné, soit qu'il se soit affoibli par l'âge ou par quelque cause accidentelle. Son activité naturelle s'exerce d'ailleurs entre des limites très-resserrées que l'art a trouvé le moyen d'étendre à la faveur de divers instrumens qu'il importe de connoître. Voyez les articles :

Lentille.
Lunette.
Verre concave.
Pôlemoscope.
Chambre noire.
Polyèdre.
Télescope.
Lunette achromatique.
Microscope.
Microscope solaire.

L'électricité est une des branches les plus importantes de la physique moderne, surtout depuis que les découvertes galvaniques en ont étendu prodigieusement les limites. Il importe de connoître les phéuomènes et de les lier ensuite à l'aide de la théorie. Les articles suivans mettront le lecteur à même de remplir ce double objet.

Électricité.
Électrisation.
Attraction électrique.
Machine électrique.
Matière électrique.
Conducteur.
Condensateur.
Pouvoir des pointes.
Cerf volant électrique.
Électromètre.
Électricité de l'atmosphère.
Éclair.
Tonnerre.
Paratonnerre.
Foudre.
Aurore boréale.
Pierres tombées du ciel ou météorites.
Électricité galvanique.
Pile électrique.
Pile secondaire.
Électromoteur métallique.
Électromoteur résineux.
Électro-mycromètre.

Il existe entre les aimans et les corps électriques des rapports frappans qui m'ont servi à lier la théorie du magnétisme à celle de l'électricité. L'étude des phénomènes magnétiques doit donc suivre celle des phénomènes électriques. Les articles suivans en renferment le tableau.

Aimant.
Aimant artificiel.
Armure de l'aimant.
Aiguille aimantée.
Barreaux magnétiques.
Boussole.
Attraction magnétique.
Direction de l'aimant.
Déclinaison de l'aimant.
Inclinaison de l'aimant.
Communication de l'aimant.
Attraction magnétique.
Répulsion de l'aimant.
Magnétisme.

Je n'ai indiqué que les articles principaux : les autres qui en dépendent et qui en sont en quelque sorte le développement, sont indiqués dans les articles principaux, et le lecteur pourra facilement en faire usage pour compléter son instruction.

NOUVEAU DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

A

ABAISSEMENT DU POLE. Plus on parcourt des degrés de latitude, en marchant du pôle vers l'équateur, plus est grand le nombre des degrés dont le pôle s'abaisse, parce qu'il devient continuellement plus voisin de l'horizon (*Voy.* ÉLÉVATION DU PÔLE).

ABAISSEMENT DE L'HORIZON VISIBLE. C'est la quantité dont l'horizon visible est abaissé au-dessous du plan horizontal qui est tangent à la surface de la terre.

ABAISSEMENT D'UNE ÉTOILE SOUS L'HORIZON. Il se mesure par l'arc du cercle vertical qui se trouve au-dessous de l'horizon, entre cette étoile et l'horizon.

ABEILLE ou MOUCHE. Ce mot est consacré par les astronomes à désigner une petite constellation située dans la partie méridionale du ciel, auprès du Caméléon. C'est une des douze constellations décrites par *Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolomée*.

Cette constellation n'est jamais visible pour nous. Les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison qui ne leur permet point de paroître sur notre horizon.

ABERRATION, terme d'optique. Dispersion que souffrent les rayons de lumière, traversant les verres dont les lunettes se composent.

Un verre d'une forme exactement circulaire, tel qu'on les façonne pour construire les télescopes à réfraction, ne peut réunir en un seul point tous les rayons de lumière qui, partant de l'objet, traversent les différens points du verre. Cette aberration connue sous le nom d'*aberration de sphéricité*, est d'autant plus grande, que l'ouverture du verre est plus considérable.

Pour faire disparoître cette défectuosité, on a imaginé, 1°. d'établir au foyer de l'objectif un diaphragme, c'est-à-dire, un anneau de bois ou de métal, afin d'arrêter quelques-uns des rayons dont la réfraction n'est pas régulière; 2°. de noircir les tubes dans l'intérieur pour leur faire absorber les rayons qui viennent des objets environnans.

D'un autre côté, la lumière est composée de rayons de différentes couleurs, qui, en passant obliquement de l'air dans un milieu, tel qu'un verre de lunette, se séparent en raison de leur diverse réfrangibilité. Dans une lunette de douze pieds (environ 4 mètres) le foyer des rayons rouges diffère d'environ un pied (3 décimè-

tres) du foyer des rayons violets; ce qui fait que l'image de l'objet n'est jamais nette et distincte, mais toujours terminée par les couleurs de l'iris. Cette aberration porte le nom d'*aberration de réfrangibilité.*

En composant de différentes substances les objectifs des télescopes, *Dollond*, célèbre opticien anglais, est parvenu, après de longs tatonnemens, à construire des lunettes connues sous le nom de *lunettes achromatiques*, qui ne laissent appercevoir aucune des couleurs de l'iris. (*Voy.* LUNETTES ACHROMATIQUES).

ABERRATION DES ÉTOILES. Mouvement observé dans les étoiles, en vertu duquel elles paroissent décrire des ellipses d'environ 40 secondes de diamètre, qui ont pour centre le lieu réel où se trouve l'étoile.

Ce mouvement apparent des étoiles a été observé vers l'an 1728, par *Bradley* qui en a trouvé la cause dans le mouvement annuel de la terre, combiné avec le mouvement de la lumière qui nous vient des étoiles. Car si la terre étoit immobile, un rayon de lumière, lancé par une étoile avec une vitesse finie quelconque, et parvenu à notre œil sans avoir été détourné de sa route rectiligne, feroit voir l'étoile dans sa véritable position. Il en seroit de même, si la terre étant en mouvement, la vitesse de la lumière étoit infinie; parce que la terre seroit comme en repos par rapport à une vitesse infiniment grande. Mais si la vitesse de la lumière a un rapport fini avec celle de la terre, l'impression que fait le rayon de lumière sur l'organe de la vision, ne se fait sentir ni dans la direction du rayon, ni dans celle de la terre, mais dans la direction de la diagonale d'un parallélogramme formé sur la direction du rayon et la direction du mouvement actuel de la terre, qui est celle de la tangente de son orbite au point où elle se trouve à l'instant que le rayon y parvient, et dont les côtés sont dans le rapport des vitesses ou des espaces parcourus en même temps par la lumière et par la terre; de sorte que le lieu apparent de l'étoile doit se trouver au point du ciel où cette diagonale paroît aboutir.

ABSIDES. *Voy.* ABSIDES.

ABSOLU (Mouvement). *Voy.* MOUVEMENT ABSOLU.

ABSOLUE (Pesanteur). *Voyez* PESANTEUR ABSOLUE.

ABSOLUE (Vitesse). *Voy.* VITESSE ABSOLUE.

ACCÉLÉRATION. Ce mot exprime une augmentation produite dans le mouvement, ou plutôt dans la vitesse d'un corps.

L'accélération du mouvement des corps qui tombent librement sur la surface de la terre n'a jamais été équivoque. Parfaitement d'accord sur l'existence du phénomène, les physiciens se sont divisés sur la cause qui le fait naître.

Les uns ont attribué cette accélération à la pression de l'air, qui devient, disent-ils, plus considérable à mesure qu'un corps tombant approche de la surface de la terre. Mais pour sentir toute la frivolité de cette explication, il suffit de faire attention que l'accélération a lieu dans le vide comme en plein air.

Suivant les cartésiens, l'accélération est due à des impulsions réitérées que reçoivent les corps tombans, de la part de la matière subtile qui les environne sans cesse, et qui les sollicite

vers le centre de la terre. (*Voy.* les mots CARTÉSIANISME, MATIÈRE SUBTILE, PESANTEUR.)

Enfin les newtoniens pensent, et avec raison, que l'accélération du mouvement des corps tombant librement sur la surface de la terre, est un effet de l'attraction, c'est-à-dire d'une force qui anime tous les corps de la nature, en vertu de laquelle ils tendent à s'approcher les uns des autres proportionnellement à leurs masses et inversement comme les carrés des distances qui séparent leurs centres d'action.

Nous aurons occasion de démontrer l'existence de cette force, et des lois qui la maîtrisent. (*Voyez* les mots ATTRACTION, GRAVITATION, PESANTEUR.)

ACCÉLÉRATRICE (Force). *Voyez* FORCE ACCÉLÉRATRICE.

ACCÉLÉRÉ (Mouvement). *Voy.* MOUVEMENT ACCÉLÉRÉ.

ACCORD, terme de musique. Ce mot exprime l'union de plusieurs sons, qui forment ensemble une harmonie régulière. Les principaux accords sont l'octave, la quinte, la quarte et la tierce. Deux corps sonores sont à l'octave l'un de l'autre, lorsque l'un fait deux vibrations dans le même temps que l'autre emploie à en faire une. Ils sont à la quinte quand l'un fait trois vibrations, tandis que l'autre n'en fait que deux. Ils sont à la quarte lorsque le nombre des vibrations de l'un est à celui de l'autre dans le même temps comme 4 à 3, etc.

ACHROMATIQUE. On a donné cette épithète aux lunettes qui ne laissent apercevoir aucune des couleurs de l'iris. (*Voyez* LUNETTE ACHROMATIQUE.)

ACHRONICHES. Les astronomes appellent ainsi les temps où les planètes supérieures se trouvent à minuit dans le méridien. Elles paroissent alors beaucoup plus grandes qu'à l'ordinaire. Mars, par exemple, paroît plus de sept fois plus grand, quand il se lève d'abord avant ou après le soleil couché, ou qu'il se couche d'abord avant ou après le soleil levé. La raison de cette apparence est facile à saisir. Car alors la terre se trouve entre le soleil et Mars, et conséquemment elle est plus près de celui-ci de deux fois la distance qui est entre le soleil et la terre.

ACHRONIQUE. On appelle ainsi dans quelques circonstances le lever et le coucher des étoiles. On dit alors *lever achronique* et *coucher achronique* de telle étoile. C'est le lever du soleil qui détermine le lever et le coucher *achroniques*, que l'on pourroit appeler le lever et le coucher du soir. Ainsi une étoile est dite se lever ou se coucher achroniquement, lorsqu'elle se lève ou se couche le soir; d'où il suit que le *coucher achronique* suit, à 12 ou 15 jours près, le coucher *héliaque*. (*Voy.* HÉLIAQUE.)

ACHRONIQUE (Coucher). *Voy.* COUCHER ACHRONIQUE.

ACHRONIQUE (Lever). *Voy.* LEVER ACHRONIQUE.

ACIDE. On appelle ainsi toute substance qui exerce sur l'organe du goût une saveur aigre et piquante, qui altère en rouge les couleurs bleues végétales, et qui fait effervescence avec les alcalis. Chacune de ces propriétés, isolée, ne sauroit manifester la présence d'un acide; il faut qu'elles soient réunies, pour nous garantir son existence.

Pour peu qu'on réfléchisse sur les propriétés auxquelles on reconnoît un acide, il est aisé de voir qu'elles éma-

nent de cette puissance attractive qui anime les molécules de matière, lorsqu'elles sont en contact.

La saveur aigre et piquante n'est autre chose qu'une action vive exercée sur l'organe du goût ; ce qui annonce que l'acide tend à s'approprier, par la combinaison, les parties du corps qu'il touche, et cette tendance à la combinaison a pour cause la force attractive.

L'altération en rouge des couleurs bleues végétales est produite par l'attraction de l'acide pour la matière colorante, supérieure à celle que cette dernière a pour l'eau ; et personne n'ignore que c'est le propre des composés d'acquérir des propriétés que ne partagent jamais les substances composantes. La propriété acquise est donc ici de réfléchir différemment la lumière.

L'effervescence avec les alcalis est due au dégagement de l'acide carbonique, qui est chassé de la combinaison en vertu de l'attraction supérieure que le nouvel acide exerce sur l'alcali. Aussi, les alcalis et les terres caustiques s'unissent toujours aux acides paisiblement et sans effervescence. L'effervescence avec les alcalis n'est donc qu'une circonstance accidentelle, dont l'observation peut servir utilement dans la pratique, mais qui ne peut, si elle est isolée, nous annoncer l'existence d'un acide.

Ici se présente naturellement la question de savoir quelle est en général la nature des acides. Nous renvoyons nos lecteurs, pour cet objet, à l'article *Gaz oxigène*.

Nous ne parlerons que des acides minéraux, et particulièrement de ceux qui par leur forme gazeuse, ou par leur grande activité, rentrent dans le domaine de la physique pneumatique.

ACIDE CARBONIQUE. Fluide aériforme, méphitique et acide, qui est très-aboudant dans la nature. Les Anglais l'ont appelé air fixe ; *Benvly*, acide méphitique ; *Bergman*, acide aérien ; *Bucquet*, acide crayeux. Nous verrons, en parlant de la nature de cet acide aériforme, que le nom d'acide carbonique lui convient mieux que tous les autres.

L'acide carbonique se montre sous forme de gaz dans quelques cavités souterraines, telles que les tombeaux, les caves, les puits, les grottes, etc. Les eaux minérales retiennent ce fluide aériforme dans un état de mélange, puisqu'il y jouit de toutes ses propriétés acides. Il existe dans un état de combinaison dans les substances calcaires, dans les alcalis, dans un grand nombre de corps naturels. La fermentation de la vendange et de la bière donnent naissance au dégagement de cette substance gazeuse. La combustion des charbons et la respiration des animaux en produisent aussi une quantité considérable. Enfin, toutes les parties des plantes, et surtout les feuilles plongées dans l'ambre, en transpirent sans cesse.

Pour recueillir l'acide carbonique qui existe sous forme gazeuse, on remplit une bouteille d'eau ; on la vide dans l'atmosphère de ce gaz, qui prend la place de l'eau, et on bouche ensuite la bouteille pour empêcher son évasion.

Le gaz acide carbonique est dans l'état de simple mélange dans les eaux minérales, les vins mousseux, etc. On peut l'obtenir, 1°. par l'agitation du liquide qui le contient ; 2°. par la chaleur, qui favorise beaucoup le dégagement de ce gaz. Le contact de l'air produit d'autant plus vite le même

effet, que sa température est plus élevée. Aussi, pour conserver les eaux minérales, les vins mousseux, etc., faut-il les enfermer dans des vaisseaux bien bouchés, exposés au froid, ou les tenir fortement comprimés.

Si le gaz acide carbonique est dans un état de combinaison, comme dans la craie, etc. on l'obtient aisément par la réaction des autres acides. On mêle, par exemple, de la craie en poudre avec une certaine quantité d'acide sulfurique qui, en vertu de son attraction supérieure, s'empare de la chaux, tandis que l'acide carbonique s'unit au calorique, et se dégage sous forme de gaz. On le recueille dans des cloches disposées à le recevoir sur la cuve de l'appareil pneumato-chimique.

Le gaz acide carbonique est invisible, élastique, inodore, etc. Il est pesant, et sa pesanteur est à peu près double de celle de l'air atmosphérique. C'est cette pesanteur qui fait qu'on le transvase facilement d'un vase dans un autre, comme tous les fluides, et qu'on le tire par le robinet d'une cuve, après le vin.

L'acidité de ce fluide aériforme repose sur des preuves nombreuses et convaincantes, qu'il nous suffit sans doute d'indiquer.

1°. Ce gaz est constamment le même, soit qu'on le dégage par le feu sans acide, soit qu'on le dégage par les acides sans feu : il n'empruute donc pas de ces agens les propriétés qui nous portent à le juger essentiellement acide.

2°. Il altère en ronge l'infusion du tournésol, et cette altération s'évanouit à mesure qu'il se dissipe.

3°. Il neutralise les alcalis.

Le gaz acide carbonique est impropre à la combustion.

Première expérience. On remplit trois tubes de verre, le premier d'air atmosphérique, le second de gaz acide carbonique, le troisième de gaz oxigène, et on plonge successivement, et avec promptitude, une bougie allumée dans les trois tubes, en commençant par celui qui est plein d'air atmosphérique, et ensuite par le tube rempli de gaz acide carbonique. Dans le tube plein d'air atmosphérique, la bougie brûle avec son éclat ordinaire; elle s'éteint subitement dans le tube rempli de gaz acide carbonique, et se rallume ensuite dans celui qui renferme le gaz oxigène, en répandant une clarté éblouissante. Si l'on recommence cette opération, en suivant l'ordre indiqué pour l'immersion de la bougie, on obtient toujours le même effet jusqu'à ce que le gaz oxigène soit tout à fait consumé.

Cette expérience offre en même temps un spectacle agréable à la vue; la confirmation d'une vérité bien établie, savoir, que le gaz oxigène est beaucoup plus propre à la combustion que l'air atmosphérique; et enfin la preuve la plus complète, que les corps enflammés ne sauroient brûler dans le gaz acide carbonique.

Le gaz acide carbonique est nuisible à la respiration.

Il existe, près de Naples, une grotte connue sous le nom de Grotte du Chien, qui est remplie de ce fluide aériforme. Deux criminels, que *Pierre de Tolède* y fit renfermer, y périrent subitement. *Tibère* y fit descendre deux esclaves qui éprouvèrent le même sort. *Pilatre-Desrosiers* faillit aussi à devenir la victime de sa témérité. Il se fit descendre dans une masse de gaz acide carbonique, qui reposoit sur une cuve de bière en fermentation. A

Digitized by Google

peine fut-il entré dans cette atmosphère, qu'il sentit de légers picotemens qui le forcèrent à fermer les yeux, et une suffocation violente qui l'empêcha de respirer. Il éprouva dans cette situation tous les symptômes d'une apoplexie prochaine, qui durèrent encore quelque temps après qu'on l'eut rendu à l'air atmosphérique.

La propriété qu'a le gaz acide carbonique de tuer promptement les animaux qui le respirent, doit souffrir des restrictions relativement aux insectes. *Priestley* a observé, 1°. que des grenouilles plongées dans une atmosphère de ce gaz, y vivent 40 à 60 minutes, en suspendant la respiration; 2°. que les insectes s'y engourdissent après quelque temps de séjour, mais qu'ils reprennent leur gaieté du moment qu'on les expose à l'air atmosphérique.

Le gaz acide carbonique est promptement nuisible à la végétation. 1°. Des jets de menthe aquatique, placés sur la liqueur fermentante, meurent dans un jour, ou même dans un moindre espace de temps, et ils ne reprennent point leur première fraîcheur, lorsqu'ensuite on les remet dans l'air atmosphérique; 2°. *Priestley* a souvent éprouvé qu'une rose nouvellement cueillie, perd sa couleur et devient d'un rouge pourpre, après avoir été dans le gaz acide carbonique pendant environ vingt-quatre heures. Les extrémités des feuilles sont plus affectées que le reste.

Le gaz acide carbonique se dissout dans l'eau, mais avec lenteur. En agitant ces deux fluides, et en multipliant d'une manière quelconque leur contact, ils s'unissent, et forment une liqueur acidule que *Bergman* a appelée eau aérée. L'eau dissout une quantité de ce gaz acide d'autant plus grande, que l'eau est plus froide. Mais cette saturation a un terme, et l'eau la plus froide ne paroît pas pouvoir en dissoudre plus qu'un volume égal au sien.

Les physiciens se sont étudiés à trouver des appareils propres à imprégner l'eau de toute la quantité de gaz acide carbonique qu'elle peut dissoudre.

Le procédé le plus simple et le plus facile consiste à poser un flacon ou une bouteille quelconque, pleine d'eau, sur l'échancrure de la tablette de la cuve pneumatique, de manière qu'elle corresponde à l'extrémité du tube recourbé qui doit y apporter le gaz acide carbonique. Quand le gaz acide a déplacé l'eau d'à-peu-près la moitié de la capacité de la bouteille, on arrête l'opération, et on amène la bouteille dans la cuve pour l'y boucher : on la retire alors de l'eau, et on la secoue fortement. Par ce moyen, la plus grande partie du gaz est promptement absorbée. On en fait passer du nouveau, en ajoutant de l'acide sulfurique et de la craie dans la fiole d'où se dégage le gaz acide carbonique, et, en quelques minutes, l'eau est complètement saturée. Si l'on veut en avoir une plus grande masse, on reporte la bouteille dans l'eau pour l'y ouvrir. Le vide qui s'est fait par l'absorption du gaz acide carbonique, détermine l'ascension de l'eau. La bouteille se remplit, et on recommence l'opération.

Ce moyen de saturer l'eau de gaz acide carbonique est à la portée de tout le monde. Il en est un qui n'a pas à la vérité le même avantage, mais qui peut servir dans un grand nombre d'occasions. Il consiste à suspendre par quatre cordes, au-dessus de la ven-

dange ou de la bière qui fermente, une espèce de cuve contenant de l'eau, et à agiter fortement ce liquide avec un moussoir. *Chaulnes*, inventeur de ce procédé, remarque très-bien qu'en suivant cette méthode, il n'y a pas à craindre que l'eau soit altérée par l'acide sulfurique, ni par la craie. Elle procure d'ailleurs en très-peu de temps une grande quantité d'eau gazeuse, et aux moindres frais possibles.

L'eau saturée de gaz acide carbonique ne diffère des eaux minérales naturelles que par d'autres principes qu'elles tiennent en dissolution, et qu'elle est disposée à recevoir et à dissoudre, du moment qu'elle est imprégnée d'acide carbonique : d'où il suit qu'on peut imiter les eaux minérales naturelles dont l'analyse est bien connue.

Macbride a reconnu que le gaz acide carbonique a la propriété de conserver les substances animales, et de retarder leur putréfaction.

Hey a administré avec succès des lavemens de gaz acide carbonique à un malade dévoré par une fièvre putride qui avoit résisté aux remèdes qu'on emploie communément.

Le docteur *Percival* a guéri un cancer à la faveur de cet acide aériforme.

Hulme regarde cet acide comme le véritable dissolvant des pierres qui s'engendrent dans la vessie.

De si heureuses applications du gaz acide qui nous occupe, sont faites pour intéresser le genre humain, et piquer l'activité de ceux qui consacrent leur vie et leurs talens à soulager l'humanité souffrante.

Il nous reste à étudier la nature du gaz acide carbonique. Les physiciens étoient partagés, il n'y a pas long-temps sur cette question importante. Les uns pensoient que le gaz acide carbonique est composé de gaz hydrogène et de gaz oxigène. Les autres soutiennent, et avec raison, que cet acide aériforme résulte de la combinaison du carbone avec le gaz oxigène. Cette dernière opinion est appuyée sur des expériences décisives qui ont déterminé une juste préférence.

Deuxième expérience. On met un charbon embrasé dans un flacon rempli de gaz oxigène ; on bouche ensuite promptement le tube. Le charbon brûle avec une grande activité, et finit par s'éteindre. Il résulte de cette combustion une production de gaz acide carbonique, dont on peut s'emparer, en introduisant dans le flacon de la potasse caustique, qui neutralise l'acide. Ce qui reste est une petite quantité de gaz oxigène.

Dans cette expérience, on ne voit que charbon et gaz oxigène : il est donc naturel de conclure que le gaz acide carbonique qui est formé, résulte de la combinaison réciproque de ces deux substances. Mais comment se fait cette combinaison ? A une haute température, le carbone a plus d'attraction pour l'oxigène, que l'oxigène n'en a pour le calorique. Le gaz oxigène doit donc se décomposer ; l'oxigène, qui lui sert de base, se combine avec le carbone et une portion de calorique, pour former le gaz acide carbonique, tandis que l'autre partie du calorique, recouvrant sa liberté, se dégage avec chaleur et lumière.

Cette explication est si simple, si naturelle, qu'elle paroît ne devoir souffrir aucune contradiction. Quelques physiciens se présentent cependant pour la combattre. Le gaz acide carbonique qui résulte de la combinaison

du charbon avec le gaz oxigène, est formé, disent-ils, par la combinaison du gaz hydrogène que fournit le charbon ignescent avec le gaz oxigène. L'expérience suivante suffira pour détruire cette objection.

Troisième expérience. On remplit une cloche de gaz oxigène; on met au-dessus du mercure, sur lequel repose la cloche, une quantité déterminée de charbon, privé de tout gaz hydrogène par une calcination préliminaire dans des vaisseaux fermés. (Sans cette précaution, on obtiendroit des gouttes d'eau qui altéreroient l'exactitude des résultats.) On place sur le charbon environ un quart de grain d'amadou, qu'on recouvre d'un atôme de phosphore : on fait ensuite passer un fer rouge recourbé à travers le mercure, pour allumer le phosphore. Le phosphore s'allume, met le feu à l'amadou, qui le communique au charbon. L'inflammation est très-rapide, et accompagnée de beaucoup de lumière. Le gaz acide carbonique est formé, et on s'en empare en introduisant dans la cloche de la potasse caustique, qui l'absorbe promptement. Il reste, après cette absorption, une petite portion de gaz oxigène aussi pur qu'au commencement de l'expérience.

Le gaz acide carbonique est produit dans cette expérience comme dans la précédente. Cependant le charbon a été dépouillé de tout gaz hydrogène par une calcination préliminaire. Le gaz hydrogène du charbon n'a donc pu contribuer, dans l'autre expérience, à la formation du gaz acide carbonique. D'où il suit évidemment que cet acide aériforme a été produit par la combinaison du charbon avec le gaz oxigène. Si cette conséquence pouvoit paroître équivoque, qu'on pèse avec exactitude, d'une part, le charbon et le gaz oxigène employé, de l'autre le gaz acide carbonique produit, on verra que le poids de l'acide aériforme est égal à la somme du poids du charbon et de l'oxigène qui ont servi à le former. C'est ainsi que *Lavoisier* a trouvé qu'il faut 72 parties d'oxigène en poids, pour en saturer 28 de charbon.

Et qu'on ne dise pas qu'il est aisé d'obtenir du gaz acide carbonique en faisant brûler du gaz hydrogène. Si cela arrive quelquefois, c'est que le gaz hydrogène employé tient du carbone en dissolution. On peut même, comme nous l'avons déjà vu, dissoudre le carbone dans le gaz hydrogène, en l'exposant au foyer du miroir ardent, dans l'appareil au mercure, sous une cloche remplie de ce fluide aériforme. Le gaz hydrogène extrait d'un mélange d'acide sulfurique et de fer, tient plus ou moins de carbone en dissolution, parce que le fer en contient plus ou moins : on ne doit donc pas être surpris que *Landriani* ait obtenu du gaz acide carbonique, en excitant l'étincelle électrique dans le gaz oxigène, par le moyen d'un conducteur de fer.

Il paroît donc incontestable que le gaz acide carbonique est composé de carbone et d'oxigène. Nous aurons sur cet objet la preuve la plus complète, si nous réunissons l'analyse à la synthèse. Les efforts des chimistes, pour opérer cette réunion, ont été longtemps impuissans. Avec du charbon et de l'oxigène, on composoit le gaz acide carbonique; mais on n'avoit pu encore parvenir à décomposer cet acide aériforme. C'est à *Tennant*, de la société royale de Londres, qu'est

Digitized by Google

dû l'honneur de cette importante analyse. Voici les moyens ingénieux dont il s'est servi pour l'effectuer.

Quatrième expérience. On prend un tube de verre, fermé à un bout, et recouvert d'argile et de sable, pour éviter l'action subite du calorique ; on y introduit d'abord un peu de phosphore, et ensuite une petite quantité de marbre en poudre. (L'expérience réussit plus promptement, si le marbre est légèrement calciné.) Dès que les substances sont introduites dans le tube, on le ferme presqu'entièrement, afin d'empêcher que la circulation de l'air n'enflamme le phosphore, et que l'air échauffé dans le tube puisse en sortir. On expose le tube à un feu brusque et violent : lorsque le tube est resté rouge pendant quelques minutes, on le retire du feu, on le laisse refroidir, on le brise. Ce tube contient une poudre noire, composée de charbon mêlé avec du phosphate de chaux, et du phosphore uni à la chaux (phosphure de chaux). Le phosphate de chaux peut être décomposé par la dissolution dans un acide et la filtration ; et le phosphore, séparé par la sublimation, qui diffère de l'évaporation en ce que la substance qu'on volatilise est solide. Le charbon obtenu ainsi de l'acide carbonique fourni par le marbre, ne semble différer en rien du charbon des végétaux. En en faisant brûler une petite partie dans une cornue, avec du nitre, on obtient de nouvel acide carbonique.

On sait depuis long-temps que l'acide phosphorique, combiné avec la chaux, ne peut être décomposé par la distillation avec le charbon ; car, quoique l'oxigène soit plus fortement attiré par le charbon que par le phosphore, il est cependant retenu dans le composé par deux attractions ; par celle qu'il a avec le phosphore, et par celle de l'acide phosphorique pour la chaux ; en sorte que l'oxigène ne peut être dégagé que ces deux attractions ne soient surmontées. Ces attractions étant plus puissantes que celle que le charbon a pour l'oxigène, si le phosphore est mêlé avec l'acide carbonique et la chaux combinée, comme cela arrive dans cette expérience, il doit en résulter la décomposition de l'acide carbonique. L'oxigène doit s'unir au phosphore pour former du phosphate de chaux, et le charbon doit rester pur.

En expliquant les phénomènes que présente cette expérience, par la décomposition de l'acide carbonique qui se trouve dans le marbre, on éprouve des difficultés, parce qu'on ne compare pas la quantité d'acide carbonique disparue, avec celle de carbone et d'oxigène recueillie. Pour obvier à cet inconvénient, *Pearson* propose dans un mémoire que renferme le *Journal de Physique*, cahier de novembre 1792, une nouvelle manière de décomposer l'acide carbonique.

Cinquième expérience. Exposez du carbonate de potasse, avec du phosphore, à l'action d'une chaleur assez forte pour faire rougir le mélange.

Après l'expérience, le charbon se trouve libre ou mêlé avec du phosphate de potasse. La quantité de charbon et d'oxigène que l'on obtient, étant à peu près égale à celle de l'acide carbonique qui disparoît, il ne peut plus rester aucun doute sur la décomposition de cet acide.

ACIDE FLUORIQUE. Acide aériforme qui se dégage du fluate de chaux ou spath-fluor, par l'acide sulfurique.

Première expérience. On met

dans une cornue de plomb un mélange d'acide sulfurique et de fluate de chaux pulvérisé; on adapte à l'orifice de la cornue un tube recourbé, dont l'extrémité plonge dans la cuve de l'appareil hydrargiro-pneumatique; on expose ensuite la cornue à l'action d'une chaleur modérée. Le mélange ne tarde pas à s'échauffer; il se produit une vive fermentation, et il se dégage un fluide aériforme qui est le gaz acide fluorique.

Le fluate de chaux est composé de chaux et d'acide fluorique. De plus, l'acide sulfurique a plus d'attraction pour la chaux que la chaux n'en a pour l'acide fluorique. L'acide sulfurique doit donc se combiner avec la chaux pour former du sulfate de chaux, tandis que l'acide fluorique, dégagé de sa première combinaison, en contracte une nouvelle avec le calorique qui lui donne la fluidité aériforme.

J'ai dit qu'il falloit, pour cette expérience, se servir de l'appareil au mercure; cette précaution est nécessaire, parce que l'eau dissout promptement l'acide fluorique.

Deuxième expérience. Dans une cloche pleine d'acide fluorique, et reposant sur le mercure, faites passer un peu d'eau au-dessus de la surface du liquide métallique : il y a de la chaleur produite, et le mercure remonte dans la cloche.

Ces effets attestent la propriété qu'a l'eau d'absorber le gaz acide fluorique. Cette absorption est toujours accompagnée d'un phénomène singulier, qui mérite d'être connu. Il consiste dans la précipitation d'une terre blanchâtre et très-fine. Mais quelle est la nature et l'origine de cette matière terreuse? Il étoit réservé à *Meyer* de résoudre cette question par des expériences décisives.

Ce chimiste a pris trois vaisseaux cylindriques d'étain, d'égale capacité; il a mis dans chacun un mélange de 90 grammes (3 onces) d'acide sulfurique, et de 30 grammes (1 once) de fluate de chaux, qu'il avoit eu l'attention de pulvériser dans un mortier de métal; il a ajouté, dans le premier de ces mélanges une once de verre pulvérisé; dans le second, une once de quartz en poudre; il n'a rien ajouté dans le troisième.

Il a suspendu une éponge imbibée d'eau, au-dessus de chacun de ces mélanges, et ayant fermé ces vaisseaux de leurs couvercles, il les a exposés à une chaleur modérée.

Une demi-heure après, l'éponge du cylindre, qui contenoit le premier mélange, se trouva couverte d'une couche quartzeuse; le mélange étoit lui-même considérablement gonflé; il n'y avoit aucun changement dans les deux autres vaisseaux.

Douze heures après, l'éponge suspendue au-dessus du second mélange étoit aussi chargée d'une poussière blanche; celle du troisième ne montra pas la plus légère trace du quartz, même au bout de plusieurs jours.

Il résulte de cette expérience, que la substance terreuse, qui se précipite par le contact du gaz acide fluorique et de l'eau, n'est autre chose qu'une portion du verre, qui est attaquée, et véritablement dissoute par l'acide aériforme. Il n'est donc pas surprenant que ce gaz corrode et perce le verre, et que *Priestley* ait été obligé, pour obvier à cet inconvénient, d'employer, pour ses expériences, des bouteilles de verre très-épais.

Cette propriété de corroder le verre,

dont jouit le gaz acide fluorique, a fait imaginer de graver sur du verre par le moyen de cet acide, comme on grave sur le cuivre par le moyen de l'acide nitrique.

Le gaz acide fluorique, dissous dans l'eau, forme l'acide fluorique liquide, dont l'odeur et la causticité sont très-fortes, lorsque l'eau en est saturée.

Cet acide aériforme est plus pesant que l'air atmosphérique; il exhale une odeur pénétrante, qui est plus vive que celle du gaz acide muriatique.

Le gaz acide fluorique éteint promptement les bougies allumées, et tue sur le champ les animaux qui le respirent.

Sa causticité est si grande qu'il ronge la peau pour peu qu'elle soit exposée quelque temps à son contact.

L'air atmosphérique trouble sa transparence, et le change en une vapeur blanche, en raison de l'eau qu'il contient.

On ne connoît point la nature de l'acide fluorique. S'il est, comme la plupart des acides minéraux, un composé d'une base acidifiable simple, avec l'oxigène, cette base doit tenir fortement à l'oxigène, puisque le charbon ne peut l'enlever.

ACIDE MURIATIQUE. C'est ce fluide aériforme qui se dégage, lorsqu'on verse sur du muriate de soude de l'acide sulfurique concentré. On présente alors à la soude une substance qui a pour elle plus d'attraction qu'elle n'en a pour l'acide muriatique. La soude doit donc abandonner l'acide muriatique pour se combiner avec l'acide sulfurique, et former du sulfate de soude. L'acide muriatique devient libre, et comme il est très-volatil, il se dégage sous forme de gaz.

Cet acide aériforme ne peut être recueilli sur l'eau qui le dissout avec activité et promptitude.

Pour s'en convaincre, il suffit de faire passer dans la cloche pleine de mercure, qui a servi à recueillir le gaz acide muriatique, un peu d'eau qui, par sa légèreté respective, se portera à la surface du mercure. L'eau absorbe subitement le gaz acide; le mercure remonte jusques vers le haut de la cloche, et la liqueur qui se trouve au dessus du mercure est de l'acide muriatique liquide, puisqu'en le dissolvant, l'eau lui donne et sa forme et sa densité.

Il est visible que l'acide muriatique à l'état de gaz a plus de force et d'énergie que lorsqu'il est dissous par l'eau, puisque dans ce dernier cas la tendance à la combinaison de l'acide est en partie satisfaite, et que les attractions diminuent à mesure qu'elles avancent vers leur terme de saturation.

L'acide muriatique gazenx et l'acide muriatique liquide doivent sans doute produire à-peu-près les mêmes phénomènes, et donner les mêmes signes d'acidité; quoique dans un degré différent d'énergie: ils partagent la propriété de rougir les couleurs bleues végétales, et de former des fumées ou vapeurs blanches par leur mélange avec l'air atmosphérique. Ces vapeurs ont pour cause la combinaison du gaz acide muriatique avec l'humidité de l'air; aussi ne sont-elles pas sensibles sur les hautes montagnes où l'air est très-sec.

Le gaz acide muriatique est beaucoup plus pesant que l'air atmosphérique. La pesanteur spécifique du premier est à celle du second comme 173 $\frac{1}{4}$ est à 100, et à celle de l'eau distillée comme 21,3482 est à 10000,0000.

Le gaz acide muriatique a une odeur très-pénétrante; la chaleur le raréfie, et augmente prodigieusement son élasticité; mais la lumière qu'il réfracte assez fortement ne l'altère pas sensiblement.

Cet acide aériforme tue très-promptement les animaux qu'on y plonge. Il est si caustique qu'il enflamme la peau, et y cause souvent de vives démangeaisons. Il dissout le camphre; s'empare avec avidité de l'eau surabondante du sulfate d'alumine qu'il réduit en poudre; éteint la flamme des bougies en l'agrandissant d'abord, et en donnant à son disque une couleur verte et bleuâtre; fait fondre la glace aussi promptement que si on la jettoit dans un brasier. Enfin il se combine avec tous les alcalis, et forme avec eux des sels différens, suivant la base alcaline qui lui est unie.

On ne connoît pas encore la nature de l'acide muriatique. Sa base acidifiable tient sans doute très-fortement à l'oxigène, puisqu'on n'a pu encore effectuer leur séparation. On va voir que cet acide aériforme a même la propriété remarquable d'enlever l'oxigène à plusieurs substances qui en sont saturées.

ACIDE MURIATIQUE OXIGÉNÉ. Ce n'est autre chose que le gaz acide muriatique saturé d'oxigène.

On l'obtient en faisant chauffer et évaporer de l'acide muriatique agissant sur une substance qui contient de l'oxigène, telle, par exemple, que l'oxide de manganèse.

Première expérience. On met dans une cornue 60 grammes (2 onces) de manganèse; on verse dessus environ 120 grammes (4 onces) d'acide muriatique. On fait chauffer la cornue sur un réchaud, après avoir adapté à son orifice un tube recourbé, qui plonge dans la cuve de l'appareil au mercure, sous une cloche pleine de ce liquide.

Il s'excite dans la cornue une vive fermentation, et il se dégage un fluide aériforme qui va remplir la cloche destinée à le recueillir. Ce fluide aériforme est le gaz acide muriatique oxigéné, auquel *Schéele* avoit donné le nom d'*acide marin déphlogistique*.

L'acide muriatique a une grande attraction pour l'oxigène, et le manganèse contient beaucoup de ce principe. L'acide muriatique doit donc s'emparer de l'oxigène que lui offre le manganèse, s'en saturer complètement, et, à l'aide du calorique, acquérir la fluidité aériforme. Cette explication ne doit plus être regardée comme une simple conjecture; elle a été pleinement justifiée par des expériences ingénieuses de *Berthollet*. Une des plus convaincantes est celle qui regarde l'oxidation et la dissolution des métaux par le gaz acide muriatique oxigéné, qui passe à l'état d'acide muriatique ordinaire.

Deuxième expérience. Dans un bocal rempli de gaz acide muriatique oxigéné, jettez quelques pincées d'antimoine en poudre, l'inflammation est vive et prompte; le métal s'oxide, et le gaz acide muriatique oxigéné passe à l'état d'acide muriatique ordinaire.

Une substance métallique ne peut brûler et s'oxider qu'en absorbant de l'oxigène qui, dans l'expérience citée, ne peut être fourni que par le gaz acide muriatique oxigéné: ce dernier a donc perdu une partie de son oxigène; et puisqu'il est passé à l'état d'acide muriatique ordinaire, on doit conclure que le gaz acide muriatique

oxigéné n'est autre chose que l'acide muriatique saturé d'oxigène.

Plusieurs propriétés physiques caractérisent le gaz acide muriatique oxigéné. Il exhale une odeur très-fétide et très-piquante ; il n'est point invisible comme les autres substances gazeuses : sa couleur est d'un jaune-verdâtre qui le fait bien apercevoir.

Ce gaz tue très-promptement les animaux qu'on y plonge ; il diminue et rougit la flamme des bougies sans l'éteindre ; il ne se combine presque point avec les alcalis ; il ne rougit pas les couleurs bleues végétales : plus fort que l'acide carbonique, il le chasse de ses combinaisons ; mais il perd cette propriété par son union avec l'eau.

Quoique le gaz acide muriatique oxigène n'ait pas la propriété de changer en rouge les couleurs bleues végétales, il a cependant celle de les détruire entièrement, et de réduire au blanc les étoffes teintes, le sirop de violette, les fleurs, etc.

Troisième expérience. On remplit de gaz acide muriatique oxigéné une cloche de verre disposée pour le recevoir, sur la tablette de la cuve hydrargiro-pneumatique ; et on fait passer ensuite dans cette cloche un bouquet de fleurs de violettes. Ces fleurs sont si subitement décolorées, qu'il semble qu'on ait escamoté le bouquet de fleurs bleues, et qu'on en ait substitué un de fleurs blanches. On peut se servir, pour cette expérience, de l'appareil à l'eau ; car quoique le gaz acide muriatique oxigéné soit soluble dans l'eau, il ne se dissout que très-peu, et l'eau en est promptement saturée. Mais l'effet n'est pas aussi prompt qu'avec l'appareil au mercure, parce que l'adhérence de l'eau aux pétales de la fleur retarde un peu leur contact immédiat avec le gaz.

L'effet produit dans cette expérience ne peut être attribué qu'à l'absorption de l'oxigène. Le gaz acide muriatique oxigéné contient ce principe en excès ; il en cède une partie au bouquet de violettes. Ces fleurs l'absorbent avec avidité ; et c'est cette absorption qui leur fait perdre leur couleur, tandis que le gaz acide muriatique oxigéné, dépouillé de son excès d'oxigène, redevient gaz acide muriatique.

On s'est occupé avec succès d'utiliser la propriété qu'a le gaz acide muriatique oxigéné de détruire les couleurs.

1°. Il sert à blanchir les toiles et les cotons. A cet effet on passe le coton dans une lessive foiblement alcaline ; on fait bouillir, puis on tord l'étoffe, et on la fait tremper dans de l'eau saturée de gaz acide muriatique oxigéné ; il faut avoir l'attention de remuer l'étoffe et de la tordre ; on la lave ensuite à grande eau, pour enlever l'odeur dont elle est imprégnée.

2°. On emploie le même moyen pour blanchir le papier et les vieilles estampes ; elles acquièrent une blancheur éblouissante ; l'encre ordinaire disparoît par l'action de l'acide muriatique oxigéné ; mais celle d'imprimeur n'en souffre aucune atteinte.

Le gaz acide muriatique oxigéné a la propriété de dissoudre l'or. Il est aisé de s'en convaincre en mettant dans l'eau saturée de ce fluide aériforme, quelques feuilles d'or battu, qui ne tarderont pas à s'y dissoudre. Ce n'est même que par l'action du gaz acide muriatique oxigéné que l'acide nitro-muriatique ou l'eau régale, dissout cette substance métallique. Car

Digitized by Google

l'eau régale résulte d'un mélange d'acide nitrique et d'acide muriatique, dans lequel l'acide muriatique, dont la base a de l'attraction pour l'oxigène, se combine avec l'oxigène de l'acide nitrique, et devient ainsi acide muriatique oxigéné, tandis que la base de l'acide nitrique demeure libre.

Le gaz acide muriatique oxigéné épaissit les huiles qui lui enlèvent de l'oxigène, et le font passer à l'état d'acide muriatique ordinaire.

Il se décompose peu-à-peu par le contact de la lumière qui lui enlève une partie de son oxigène; par là il redevient acide muriatique, et l'oxigène dégagé, se combinant avec le fluide lumineux, forme du gaz oxigène.

C'est encore une propriété du gaz acide muriatique oxigéné de convertir le soufre en acide sulfurique, en lui cédant l'oxigène nécessaire pour cette transformation. Mêlé avec le gaz nitreux, il passe à l'état d'acide muriatique, et convertit une partie de ce gaz en acide nitrique.

ACIDE NITREUX. *Voy.* ACIDE NITRIQUE.

ACIDE NITRIQUE. Liquide blanc lorsqu'il est pur, et dont la pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, dans le rapport de 15 à 10. Il rougit et détruit les couleurs bleues et plusieurs autres couleurs végétales; mis en contact avec les substances organisées, il les brûle, ou leur imprime une couleur jaune, suivant qu'il a plus ou moins de force et d'énergie. Un des caractères les plus propres à manifester sa présence, et qu'il conserve jusqu'à ce que sa pesanteur spécifique soit à celle de l'eau comme 13 à 10, c'est qu'il exhale une vapeur blanche d'une odeur âcre et nauseuse.

Cet acide ne se présente jamais à nu dans la nature. Toujours combiné avec différentes substances, et particulièrement avec la potasse, nous sommes forcés de l'arracher à ses combinaisons pour l'approprier à nos usages. C'est l'acide sulfurique qu'on emploie le plus souvent pour cet objet: on prend du nitrate de potasse bien pur; on l'introduit dans une cornue tubulée, qu'on place dans un bain de sable, et à laquelle on adapte un récipient; on lute avec soin toutes les jointures; on verse par la tubulure moitié poids d'acide sulfurique, et on procède à la distillation: il importe de placer un tube à la tubulure du récipient, de manière qu'il plonge dans l'eau, pour coercer les vapeurs, et écarter le danger d'une explosion.

L'acide nitrique ainsi préparé n'est jamais pur: presque toujours la présence de l'acide sulfurique et de l'acide muriatique altère sa pureté, quelque précaution qu'on ait prise pour purifier le nitrate de potasse. On lui enlève l'acide sulfurique en le redistillant sur du nitrate de potasse bien pur, qui retient le peu d'acide sulfurique qui se trouve dans le mélange: on le dépouille de l'acide muriatique à la faveur de quelques gouttes d'une dissolution de nitrate d'argent, qui précipitent cet acide; on laisse reposer la liqueur; on la décante de dessus le dépôt; ou l'expose à une chaleur douce jusqu'à ce qu'elle ait perdu toute matière colorante, ainsi qu'une certaine quantité d'eau qui l'affoiblit, et alors on a l'acide nitrique dans toute sa force et dans toute sa pureté.

L'acide nitrique exposé à la lumière, la réfracte dans une raison un peu plus forte que sa densité. Le calorique bien ménagé dilate et volatilise

cet acide sans lui faire souffrir aucune altération; mais si l'action du calorique est brusque et forte, comme lorsqu'on fait passer cet acide à travers un tube de porcelaine incadescent, l'acide se décompose, et il en résulte un fluide aériforme plus pur que l'air atmosphérique, en raison de la grande quantité de gaz oxigène qui entre dans sa composition. Cet effet annonce déjà que les principes constituans de l'acide nitrique ne contractent pas une union très-intime.

L'acide nitrique s'unit à l'eau en toutes proportions; et c'est probablement cette grande attraction de l'eau pour cet acide qui l'empêche de se présenter sous la forme d'un fluide élastique. L'eau lui ôte de son énergie, et le constitue ce qu'on appelle *eau forte* dans le commerce.

Nous avons vu que les principes constituans de l'acide nitrique n'adhèrent que foiblement l'un à l'autre : de là cette grande facilité qu'ont presque toutes les substances combustibles de le décomposer en lui enlevant une partie de l'oxigène qui le constituoit acide nitrique, et de le faire passer à l'état d'acide nitreux ou même de gaz nitreux, suivant la quantité d'oxigène dont on dépouille sa base.

La nature de l'acide nitrique n'est pas équivoque. Il est composé d'azote et d'oxigène dans le rapport de 3 à 7.

Expérience. On prend un tube de verre de quatre millimètres (deux lignes) de diamètre, portant à son extrémité supérieure une virole dans laquelle est mastiquée une tige de métal, terminée par deux petites boules, l'une intérieure, l'autre extérieure. Ce tube étant rempli de mercure, on plonge son orifice dans le mercure d'une cuvette, et on l'assujétit dans une position verticale par le moyen d'un support; alors on y fait passer un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, environ dans le rapport de 3 à 7; de manière que l'espace occupé par les fluides aériformes soit d'environ quatre-vingt-un millimètres (trois pouces). On introduit ensuite dans le tube de la dissolution de potasse, de la hauteur approchant de treize millimètres (six lignes); on dispose cet appareil à une telle distance du conducteur, d'une forte machine électrique, que quand on fait joner la machine, le fluide électrique s'élance presque continuellement de la boule du conducteur sur la petite boule extérieure du tube; on renouvelle les décharges jusqu'à ce qu'elles ne produisent plus de diminution sensible sur le volume du gaz renfermé.

La diminution est d'abord assez considérable; elle s'affoiblit ensuite progressivement. On renouvelle le phénomène, en portant dans le tube un mélange des mêmes gaz dans les mêmes proportions, en suffisante quantité, pour remplacer la portion absorbée. Si l'on trempe ensuite une lame de papier dans la dissolution de potasse, le papier séché et présenté à un charbon pour l'allumer sans l'enflammer, brûle avec des signes de détonation.

Cette expérience présente principalement deux objets, savoir 1°. La diminution produite dans le mélange des gaz par l'entremise de l'étincelle électrique; 2°. les signes de détonation que donne le papier trempé dans la dissolution de potasse, lorsqu'après l'avoir séché, on le présente à un charbon pour l'allumer. Je ne vois dans la diminution du mélange des gaz, qu'un

Digitized by Google

effet produit par l'absorption de la base du gaz oxigène, que le gaz azote a la propriété de décomposer à une haute température. *Cavendish* a justifié cette assertion, en prouvant par des expériences décisives, que le gaz oxigène seul, et le gaz azote seul, n'éprouvent aucune diminution par les décharges électriques. *Van-Marum* a aussi observé que le gaz azote n'étoit pas diminué. Ce gaz prit au contraire un accroissement de 0,125 de son volume; mais il se trouva l'avoir perdu le lendemain. *Van-Marum* regarde ce phénomène comme l'effet d'une espèce de dilatation que l'électricité fait naître. A l'égard du gaz oxigène, ce physicien avoit jugé, lors de ses premiers essais, qu'il n'étoit point altéré; mais l'ayant soumis aux mêmes épreuves dans un tube beaucoup plus petit, pour que l'électricité fût plus concentrée, et conséquemment plus puissante, il a trouvé que ce gaz étoit diminué de 0,2 sur le mercure, et même de 0,136 sur l'eau. Cette opposition apparente de témoignages semble jeter sur la certitude du fait des doutes qu'il me paroît facile de détruire. Pour y réussir, il suffit de considérer d'abord que la diminution du gaz oxigène seul n'est pas comparable à celle du gaz oxigène mêlé au gaz azote; et puisqu'il est généralement connu que le gaz azote isolé n'en éprouve aucune, il faut conclure que la différence très-marquée de l'effet tient à une autre cause, je veux dire à la combinaison des bases des deux gaz.

D'ailleurs la diminution du gaz oxigène seul s'explique tout simplement dans l'expérience de *Van-Marum* par la calcination du mercure, qui fut telle, suivant ce physicien, qu'à la fin les parois du tube étoient converties d'oxide de mercure. Quant à la diminution opérée sur l'eau, comme elle n'est guère que le cinquième de celle que ce physicien avoit observée dans les mêmes circonstances avec le gaz oxigène mêlé de gaz azote, on pourroit très-bien l'attribuer à la portion de ce gaz, dont il est difficile de priver entièrement le gaz oxigène, et qu'il suffiroit de porter ici à un seizième pour rétablir la correspondance entre la cause et l'effet. Mais indépendamment de ce qui tient à cette impureté ordinaire du gaz oxigène, il y a une autre circonstance qui ne mérite pas moins d'attention, c'est la calcination que ne peut manquer d'éprouver la surface du conducteur métallique, dans l'intérieur du tube, par la répétition des décharges électriques; calcination qui doit nécessairement produire une diminution du volume du gaz oxigène renfermé dans le tube.

Il est donc incontestable que la diminution du mélange du gaz azote et du gaz oxigène, par l'étincelle électrique, a pour cause la combinaison réciproque des bases de ces deux gaz. Il n'est pas moins certain que l'acide nitrique est le résultat de cette combinaison. Nous en avons pour garant, ces signes de détonation que donne le papier trempé dans la dissolution alcaline, lorsqu'on le présente à un charbon pour l'allumer; ils attestent la présence du nitrate de potasse: et comment concevoir sa formation, si ce n'est par la combinaison de la potasse avec l'acide nitrique?

Les proportions ci-dessus indiquées, de gaz oxigène et de gaz azote, sont généralement reconnues comme étant les plus favorables à la combinaison

qui produit l'acide nitrique. Cependant on l'opère aussi en introduisant tout simplement de l'air atmosphérique dans le tube de verre, et y faisant passer de la même manière l'étincelle électrique. Si, à la place de la dissolution de potasse, on met dans le tube quelques gouttes d'infusion de tournesol, elle devient rouge, et le volume de l'air est également diminué.

D'après ce que nous avons dit, il est aisé d'apprécier la différence qui existe entre l'acide nitrique pur et l'acide nitreux. Ce dernier a lieu toutes les fois que la proportion de ces deux principes n'est pas celle qui constitue l'acide nitrique, c'est-à-dire, lorsqu'il n'y a pas une combinaison de trois parties de gaz azote, et de sept parties de gaz oxigène. Mais comme une foule de circonstances peuvent changer le rapport de l'oxigène avec l'azote, il est aisé de concevoir, 1°. que cet acide est très-altérable, et doit souvent être plus ou moins coloré et fumant; 2°. qu'en raison de la quantité d'oxigène qui lui aura été enlevée, il pourra être dans beaucoup d'états différens, depuis celui qui est le plus pur, et qui contient le plus de ce principe, jusqu'au gaz nitreux qui n'en contient plus assez pour être véritablement acide. (*Voyez* GAZ NITREUX.)

ACIDE SULFUREUX. Acide aériforme qui se dégage lorsqu'on décompose l'acide sulfurique par des substances combustibles.

On met pour cela une partie de mercure coulant, et deux parties d'acide sulfurique concentré dans une cornue de verre, dont le bec plonge dans une cuve hydrargiro-pneumatique, sous une cloche pleine de mercure, et on expose le mélange à l'action d'une forte chaleur. Lorsque l'acide commence à bouillir, il se dégage un gaz permanent qui chasse le mercure contenu dans la cloche pour occuper sa place.

L'acide sulfurique n'est autre chose que du soufre saturé d'oxigène. Le mercure est un liquide combustible, qui, à une haute température, a quelque attraction pour l'oxigène. Cela posé, qu'arrive-t-il dans cette expérience? Le mercure enlève à l'acide sulfurique une partie de son oxigène; il passe à l'état d'oxide, et l'acide sulfurique dépouillé d'une partie de son oxigène, devient acide sulfureux, qui reçoit du calorique avec lequel il se combine la fluidité aériforme; d'où il suit que l'acide sulfureux n'est autre chose qu'une combinaison de calorique et de soufre, avec moins d'oxigène qu'il n'en faut pour constituer l'acide sulfurique, ou une combinaison de calorique et de soufre rendu foiblement acide par une portion d'oxigène. Pour se convaincre de cette vérité, 1°. Qu'on enlève à l'acide sulfureux, la portion d'oxigène qui lui donne l'acidité, et le calorique qui lui donne la fluidité aériforme, on le fera passer à l'état de véritable soufre. 2°. Qu'on expose l'acide sulfureux à l'air atmosphérique, la présence de l'air commun le réduira à l'état d'acide sulfurique. Et comment l'air commun pourroit-il opérer cette métamorphose, si ce n'est en fournissant à l'acide sulfureux l'oxigène qui lui manque pour devenir acide sulfurique?

L'acide sulfureux dégagé de toute combinaison est toujours à l'état aériforme, et partage les propriétés des fluides élastiques. L'eau le dissout; et alors il perd la fluidité aériforme pour

prendre la forme et la densité du dissolvant : il devient acide sulfureux liquide.

L'acide sulfureux exhale une odeur de soufre très-acre et très-piquante. Sa pesanteur spécifique est plus que double de celle de l'air atmosphérique ; il tue promptement toute sorte d'animaux, même les insectes ; il éteint subitement les bougies allumées et les corps enflammés quelconques ; il rougit et décolore la plupart des couleurs bleues végétales ; il blanchit la soie et lui donne du lustre. Enfin il se combine avec les alcalis, et forme avec eux des sels qu'on ne sauroit confondre avec ceux qui sont formés par l'acide sulfurique ; ils en diffèrent par la forme, la saveur, et surtout par la propriété d'être décomposés par les acides les plus foibles.

ACIDE SULFURIQUE. Composé résultant de la combinaison du soufre avec l'oxigène, jusqu'au terme de saturation.

On peut employer différens procédés pour obtenir cet acide.

1°. On l'extrait à la faveur de la distillation des sulfates de fer, de cuivre ou de zinc. Ces procédés sont très-dispendieux, d'une exécution peu facile, et l'acide qui en résulte est toujours fort impur.

2°. On peut obtenir l'acide sulfurique en combinant le soufre avec l'oxigène ou concret ou aériforme.

On a d'abord effectué la combustion du soufre par le gaz oxigène, dans de grands ballons de verre, auxquels on a ensuite substitué de grandes chambres de bois, recouvertes de plomb : on favorise la combustion en mêlant, avec le soufre, environ un huitième de nitrate de potasse. Les vapeurs acides qui remplissent la chambre se précipitent sur les parois, et on facilite la condensation par une couche d'eau placée sur le fond de la chambre. Lorsque l'eau est suffisamment imprégnée d'acide, on le concentre dans des chaudières de plomb, et on le rectifie dans des cornues de verre, pour le blanchir et le mettre au degré du commerce. Cet acide convenablement concentré, marque 66 degrés à l'aréomètre.

Lorsqu'on présente l'oxigène concret, il est alors uni à d'autres substances, qu'il abandonne pour se combiner avec le soufre. C'est ainsi qu'on obtient l'acide sulfurique, en distillant l'acide nitrique sur le soufre ; 1464 grammes (48 onces) de cet acide à 36 degrés, distillés sur 60 grammes (environ 2 onces) de soufre, ont donné à Chaptal 120 grammes (environ 4 onces) de bon acide sulfurique.

La nature nous présente presque toujours l'acide sulfurique combiné avec différentes substances. On ne l'a encore trouvé à nu qu'aux environs de Sienne et de Viterbes, près des bains de St. Philippe, en Italie, au-dessus de quelques eaux minérales sulfureuses, et dans quelques lieux volcanisés, ce qui paroît indiquer qu'il résulte de la combustion du soufre.

L'acide sulfurique est susceptible de passer à l'état concret par l'abandon du calorique, et même de se cristaliser en prismes à six pans applatis, terminés par une pyramide hexaèdre. Chaptal l'a obtenu sous cette forme de polyèdre régulier, et ses expériences l'ont conduit à conclure, 1°. que l'acide très-concentré cristalise plus difficilement que celui qui marque entre 63 et 65 degrés. 2°. Que le degré de froid convenable est de 1 à 3 sous zéro.

L'acide sulfurique, ramené à son état de pureté, jouit des propriétés suivantes:

1°. Il est sous la forme d'un liquide, sans couleur et sans odeur.

2°. Il a une consistance oléagineuse, ce qui le rend onctueux et gras au toucher. Cette propriété lui avoit fait donner le nom impropre et quelquefois perfide d'*huile de vitriol*.

3°. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 1840 est à 1000.

4°. Il a une saveur si caustique, qu'il brûle et détruit les organes des animaux.

5°. Il s'empare avec avidité de toutes les substances inflammables, qui le noircissent et le décomposent.

6°. La lumière ne lui fait souffrir aucune altération; il la réfracte, et cet effet dépend de sa densité et de la nature de la substance combustible qu'il contient.

7°. Sa capacité pour le calorique est très-foible, ce qui n'empêche pas qu'on ne le fasse passer à l'état de vapeur.

8°. Si on expose à l'air de l'acide sulfurique concentré, il absorbe l'eau suspendue ou dissoute dans le fluide élastique, jusqu'à augmenter d'environ la moitié de son poids, et l'absorption est d'autant plus prompte que l'air est plus humide.

9°. Il existe entre l'acide sulfurique et l'eau une force d'attraction, qui détermine entre ces deux substances une union vive et prompte, accompagnée de circonstances assez piquantes pour fixer l'attention des physiciens.

Première expérience. On mêle quatre parties d'acide sulfurique concentré avec une partie de glace à zéro. L'expérience fait voir que la glace passe promptement à l'état de liquide, et qu'il y a une augmentation de température qui va jusqu'à 80 degrés, échelle de Réaumur.

Deuxième expérience. On mêle quatre parties de glace à zéro, avec une partie d'acide sulfurique concentré. Il y a une diminution de température qui va jusqu'à 16 ou 18 degrés au-dessous de zéro.

Pour faire évanouir l'apparente contradiction que présentent d'abord ces phénomènes, il importe de remarquer que l'attraction entre l'acide sulfurique et la glace, a, comme toutes les autres combinaisons, un terme de saturation qui existe entre quatre parties d'acide et une partie de glace; d'où il suit que dans la première expérience, les molécules de la glace et de l'acide mêlés, dans la juste proportion qu'exige leur saturation réciproque, ont dû contracter l'union la plus intime, et éprouver un rapprochement très-considérable, ce qui a fait naître le dégagement d'une grande dose de calorique, et conséquemment une augmentation considérable de température.

Dans la seconde expérience, l'acide est saturé par un seizième de la glace mêlée; il se dégage donc une quantité de calorique suffisante pour élever la température de 20 degrés au-dessus de zéro. Ce calorique dégagé, se porte tout à coup, ainsi que le calorique environnant, sur les quinze autres parties de la glace employée, qui se fondent pour s'unir à l'acide après le premier seizième qui s'y est d'abord uni; mais les quinze parties de glace surabondante à la saturation de l'acide, éprouvent évidemment une moindre condensation, elles perdent moins de calorique; c'est pourquoi on n'a que 18 degrés de refroidissement, au lieu

de 160 degrés que le calcul donne pour les quatre parties de glace, unies à une partie d'acide, en supposant qu'il se dégageât de ces quatre parties de glace la même quantité proportionelle de calorique, qu'il s'en dégage d'une seule dans la première expérience.

L'union de l'acide sulfurique avec l'eau liquide est toujours marquée par un dégagement de calorique; le mélange qui en produit le plus est celui de quatre parties d'acide et une d'eau, comme pour la glace. La température s'élève ici jusqu'à 120 degrés, et va presque jusqu'au double de celle qui est produite par le mélange de quatre parties d'acide et une de glace.

ACIER. Fer uni plus ou moins étroitement avec du carbone, par le moyen de la cémentation.

On met des barreaux de fer d'environ 405 millimètres (15 pouces) de longueur, dans des boîtes de même matière, qu'on remplit de charbon en poudre, et l'on prend soin qu'il y en ait entre tous les barreaux; on ferme les boîtes et on les expose au feu pendant dix à douze heures, dans un fourneau destiné à cet usage.

Dans cette opération le fer se dépouille de la portion d'oxigène qui pouvoit s'y trouver combinée, pour se pénétrer d'une certaine quantité de carbone qui lui donne des propriétés toutes nouvelles.

On peut encore convertir le fer en acier, en faisant fondre dans un creuset des copeaux de fer doux mêlé avec du carbonate de chaux et de l'argile cuite, réduite en poussière. Cette opération est délicate et demande un grand coup de feu.

L'acier jouit d'une propriété que ne partagent point les autres substances métalliques, c'est d'acquérir par la trempe une élasticité et une dureté prodigieuses. On fait pour cela rougir l'acier modérément, et on le plonge dans de l'eau plus ou moins froide, suivant le degré de fermeté qu'on veut lui donner.

ACOUSTIQUE. On appelle ainsi la science ou la théorie des sons. (*Voyez* le mot Son).

ACOUSTIQUE. Se dit aussi des instrumens par le moyen desquels ceux qui ont l'ouïe dure, remédient à ce défaut. Ainsi l'on nomme cornet acoustique, celui dont les sourds font usage. (*Voy.* Cornet acoustique).

ACRE. Saveur qui laisse sur la langue une impression désagréable. (*Voyez* le mot Saveur.)

ACTION, terme de méchanique. Mouvement qu'une puissance tend à produire dans un corps, et qu'elle produit réellement lorsqu'aucun obstacle ne s'y oppose. (*Voyez* le mot Puissance).

ACTIVITÉ. Faculté d'agir qui se trouve dans les corps. Par exemple le calorique jouit d'une étonnante activité; rien ne résiste à son action, et on peut le regarder comme le dissolvant de tous les corps. On dit aussi l'activité du fluide électrique, du fluide magnétique, etc.

ACTIVITÉ (Sphère d'). (*Voyez* Sphère d'activité).

ADHÉRENCE. Propriété qu'ont certains corps de s'attacher à d'autres corps, ou mieux encore la force qui les y retient attachés. Ainsi le mercure adhère à l'or, ainsi l'eau adhère au verre, ce qu'on appelle mouiller.

Plusieurs physiciens ont confondu l'adhérence avec la cohérence, l'adhésion avec la cohésion. Ces dénomi-

nations doivent être distinguées avec soin, surtout dans l'étude des sciences physiques. L'adhérence ou l'adhésion unit jusqu'à un certain point deux corps non semblables, tandis que la cohérence ou la cohésion unit entre elles les parties d'un corps homogène, ou devenu homogène par l'attraction des parties qui le composent. Ainsi il y a cohérence ou cohésion entre les molécules qui forment une masse d'eau; il y a adhérence ou adhésion entre les molécules d'eau et un corps quelconque dont elles mouillent la surface.

L'adhérence se manifeste entre deux corps solides, entre deux corps dont l'un est solide et l'autre fluide; enfin entre deux corps fluides. L'expérience généralement connue de deux marbres polis, fournit un exemple du premier cas; et *Desaguiller* a observé que deux globes de cristal, dans un contact d'un dixième de pouce de diamètre (environ 3 millimètres), adhéroient avec une force de 19 onces (environ 570 grames). La suspension de l'eau au-dessus de son niveau dans les tubes capillaires, ou entre deux verres plans, peu distans l'un de l'autre, démontre l'adhérence du second genre. Enfin si l'on pose sur l'eau un verre plan, enduit d'une couche d'huile, il faut un poids considérable pour séparer ce verre de l'eau, ce qui manifeste l'adhérence des deux fluides.

Les physiciens ont été long-temps divisés sur la cause de l'adhérence; plusieurs ont prétendu que la résistance que deux marbres polis opposent à leur séparation, n'étoit due qu'à la pression de l'atmosphère; et cette opinion étoit fondée sur une assertion fausse, savoir que ces deux marbres se séparoient facilement dans le vide.

Taylor ayant observé l'ascension de l'eau entre deux verres plans, fit sur la force d'adhérence des surfaces des expériences qui le conduisirent à conclure que cette force pouvoit être déterminée par le poids qu'il falloit ajouter pour les séparer.

Guyton fit exécuter ensuite des plaques de différens métaux parfaitement rondes, de 27 millimètres (un pouce) de diamètre, de même épaisseur, bien dressées sur le tour, et portant au centre de l'une de leurs surfaces un petit anneau pour servir à les tenir suspendues par la ligne du centre de leur masse et de leur figure. Il attacha l'une après l'autre toutes ces plaques au bras d'une balance d'essai; après les avoir mises en équilibre, en chargeant ou déchargeant, suivant le besoin, le bassin opposé, il appliqua successivement chacune de ces plaques à la surface du mercure qui étoit dans une soucoupe, à environ 5 millimètres (2 lignes) au-dessous, en faisant glisser ces plaques sur le mercure, pour qu'il ne restât point de bulles d'air; et pour lors il détermina avec précision la somme des poids qui étoit nécessaire pour rompre l'adhérence. Cette somme est très-sensiblement différente pour différens métaux; et conséquemment la pression de l'air n'y a aucune part, puisque à cet égard les conditions sont absolument semblables. (*Voyez l'*Encyclopédie méthodique, *premier volume de la partie Chimique, page* 468.)

Ces expériences ont confirmé l'opinion des physiciens, qui, pour des motifs que nous allons développer, attribuent à l'attraction moléculaire les phénomènes de l'adhérence.

Si je considère deux corps terrestres quelconques, deux globes, par exemple, séparés par une distance finie quelconque, je les vois sollicites, et par l'attraction qu'ils exercent mutuellement l'un sur l'autre, et par l'attraction que la terre exerce sur chacun d'eux. Cette dernière force l'emportant sur la première, rend son effet nul, ou, pour mieux dire, insensible. Mais si je rapproche ces deux globes jusqu'à ce qu'ils se touchent, le contact donne naissance à une autre espèce d'attraction qui se concentre dans les deux molécules qui se touchent, et qui est toujours supérieure à l'attraction que la terre exerce sur chacune de ces molécules. (*Voy.* Attraction moléculaire.) C'est cette nouvelle force qui fait naître le phénomène d'adhérence.

Ici l'adhérence n'est pas considérable, parce que deux globes ne peuvent se toucher que par un point. Mais si au lieu de deux globes, j'applique l'une sur l'autre deux plaques de métal, de marbre ou de verre poli, outre l'attraction réciproque des masses, je vois naître de l'application immédiate des surfaces, une attraction exprimée par l'infini pour chaque molécule qui touche. (*Voy.* l'article Attraction moléculaire.) La force d'adhérence des deux plaques est donc comme l'infini multiplié par le nombre des molécules qui touchent, et ce nombre est proportionnel à la grandeur des plaques et au poli de leur surface.

ADHÉSION. Ce mot est synonime d'adhérence. (*V.* Adhérence.)

AÉRIEN. Qui est d'air ou qui concerne l'air. (*Voy.* Air.)

AÉROMÉTRIE. Science de l'air, c'est-à-dire qui a pour objet la pesanteur, l'élasticité, la raréfaction, la condensation, l'humidité, la sécheresse, la température, etc., du fluide aériforme qui environne la terre de toutes parts. (*Voy.* les mots Air, Atmosphère.)

AÉROSTAT. Enveloppe de toile légère ou de taffetas enduit d'une couche de résine élastique. Cette enveloppe est remplie de gaz hydrogène qui, par sa grande légèreté, détermine son ascension dans les hautes régions de l'atmosphère. (*Voyez* le mot Ballon aérostatique.)

AGENT. Les physiciens ont donné ce nom à une puissance qui produit ou qui tend à produire un effet par son mouvement actuel, ou par sa tendance au mouvement. (*Voy.* Puissance.)

AGGRÉGATION. Assemblage de plusieurs parties qui forment un tout. (*Voy.* Force d'aggrégation.)

AGGRÉGÉ. C'est un tout résultant de l'union de plusieurs parties. Ainsi une masse d'eau, un bloc de marbre, etc. sont des aggrégés.

AGUSTINE. (*Voyez* Terres.)

AIGLE. C'est ainsi que les astronomes appellent une des constellations de la partie boréale du ciel, et qui est située au dessus de la Flèche et au-dessus d'Antinoüs, entre le Serpentaire et le Dauphin, et dont la plus grande partie est dans la Voie lactée. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*.

AIGRE. Saveur qui laisse sur la langue et le palais une impression d'acide, forte et désagréable.

AIGRETTES. Faisceaux de rayons lumineux et divergens, qu'on aperçoit, sous la forme d'aigrettes, aux extrémités et aux angles des corps actuellement électrisés.

L'existence de ces aigrettes lumineuses n'est pas équivoque; on peut aisément s'en convaincre en électrisant dans l'obscurité, par le moyen d'un plateau de verre, un conducteur métallique; tant qu'on continue de l'électriser, on voit sortir par l'extrémité de ce conducteur, la plus éloignée du plateau, une ou plusieurs aigrettes lumineuses, dont les rayons partant d'un point, affectent entr'eux une grande divergence.

AIGUILLE AIMANTÉE. Lame d'acier, longue, mince, bien trempée, et mobile sur son pivot, qui a reçu d'un bon aimant naturel ou artificiel la propriété de diriger ses deux pôles vers les pôles du monde.

La bonté d'une aiguille aimantée dépend de trois choses; 1°. de la matière qu'on emploie; 2°. de la figure qu'on lui donne; 3°. de la manière dont on l'aimante.

1°. Elle doit être faite d'acier le plus raffiné, qu'on n'ait fait qu'allonger en le forgeant, qui ne soit double en aucun endroit, et qui ne présente aucune gerçure. Cet acier doit être trempé dur; un acier mou est peu propre à recevoir la vertu magnétique.

2°. On donne à l'aiguille une forme allongée, dont chaque extrémité se termine tout-à-coup par un angle fort obtus. On fixe sur le milieu de l'aiguille une chappe d'agathe, ou de quelqu'autre matière très-dure, dont la partie concave ne doit pas se terminer en pointe, mais en portion de sphère. Le pivot qui entre dans la chappe, et qui porte l'aiguille, doit être fait d'un fil d'acier très-délié, très-dur et très-poli, afin de diminuer le frottement, et de conserver à l'aiguille toute sa mobilité.

3°. On peut employer différens procédés pour aimanter des aiguilles. Le plus favorable à la communication de la force magnétique consiste à frotter les aiguilles sur les pôles d'un aimant artificiel, en observant les conditions décrites, articles AIMANT et AIMANT ARTIFICIEL. (*Voyez* ces deux mots.)

AIGUILLE DE DÉCLINAISON. C'est l'aiguille aimantée ordinaire, qui partage toutes les propriétés de l'aimant, mais qui, jouissant d'une plus grande mobilité, sert à mesurer sa déclinaison. (*Voyez* le mot DÉCLINAISON DE L'AIMANT.)

AIGUILLE D'INCLINAISON. C'est toujours la même aiguille aimantée, mais qui étant soutenue sur un axe qui la traverse, au lieu d'être portée sur un pivot, a la liberté de se mouvoir de haut en bas, ce qui la rend propre à mesurer le dégré d'inclinaison à l'aimant. (*Voyez* le mot INCLINAISON DE L'AIMANT.)

AIMANT. Mine de fer très-dur, très-pesant, ayant ordinairement une couleur grise tirant sur le noir.

Les mines d'aimant les plus connues sont en Sybérie, en Suède, dans l'île d'Elbe. L'aimant nous vient aussi des Indes, et c'est celui qui jusqu'à présent paroît avoir obtenu la préférence.

L'aimant a sans doute emprunté son nom du lieu où il a d'abord été découvert. Il y avoit dans l'Asie mineure deux villes portant le nom de *Magnetie*; l'une étoit située auprès de *Méandre*, l'autre étoit sous le mont *Sypile*: cette dernière, qui appartenoit particulièrement à la *Lydie*, et qu'on appeloit aussi *Héraclée*, étoit la véritable patrie de l'aimant. Le mont *Sypile* étoit sans doute fécond en métaux, et conséquemment en aimant.

Ainsi l'aimant appelé *Magnes* du premier lieu de sa découverte, a conservé son ancien nom.

Il existe vers les extrémités opposées d'un aimant quelconque, deux points où la vertu magnétique se concentre : on leur a donné le nom de pôles, parce qu'un aimant tourne toujours ces deux points vers les pôles du monde. Celui qui se dirige vers le nord étoit assez généralement connu en France sous le nom de pôle boréal, et l'autre sous celui de pôle austral. Nous préférons d'appeler le premier pôle austral, et le second pôle boréal, pour des raisons que nous ferons bientôt connoître.

On peut employer différens moyens pour déterminer les pôles d'un aimant. Le premier consiste à le rouler dans de la limaille de fer ; toutes les molécules de cette limaille qui s'attachent à l'aimant se dirigent vers l'un ou l'autre de ces pôles, et celles qui sont immédiatement dessus sont en ces points perpendiculairement hérissées sur l'aimant ; enfin la limaille est attirée avec plus de force et en plus grande abondance vers les pôles que partout ailleurs.

2°. On place l'aimant sur un morceau de glace polie, sous laquelle on a mis une feuille de papier blanc; on répand peu à peu sur cette glace de la limaille de fer autour de l'aimant, et on frappe doucement sur les bords de la glace, pour donner plus de mobilité à la limaille ; aussitôt on la voit s'arranger en lignes droites vers les pôles, et en lignes courbes vers l'équateur, ensorte que les pôles sont les points où toutes ces lignes droites et courbes paroissent aboutir.

On appelle axe de l'aimant la droite qui joint ses deux pôles ; l'équateur de l'aimant est dans un plan perpendiculaire qui divise son axe en deux parties égales, et son méridien est dans un plan perpendiculaire qui passe par ses pôles.

A l'époque de la découverte de l'aimant, les physiciens se sont occupés d'en étudier les propriétés. La première qui a fixé leur attention, c'est l'attraction puissante que l'aimant exerce sur le fer. Un berger fut, suivant *Pline*, le premier à qui elle se manifesta. En marchant sur une roche, il sentit les clous de ses souliers et le fer de sa houlette s'attacher contre l'aimant ; d'autres prétendent qu'ayant enfoncé dans la terre son bâton armé d'une pointe de fer, il eut de la peine à l'en retirer ; et que, curieux de connoître la cause de l'obstacle qu'il rencontroit, il creusa autour du bâton, et en trouva la pointe attachée à un excellent aimant.

Les pôles d'un aimant présentent un phénomène singulier, qui a tellement excité l'admiration des anciens, qu'ils n'ont pas craint de lui faire partager les prérogatives des êtres animés. Ce phénomène consiste en ce que les pôles semblables ou de même nom manifestent l'un pour l'autre une espèce d'antipathie qui fait naître la répulsion, tandis que les pôles de différens noms marquent une espèce d'empressement à se porter l'un vers l'autre, lorsqu'aucun obstacle ne s'y oppose.

Première expérience. On place deux aiguilles aimantées chacune sur un pivot, de manière qu'elles aient la liberté de se mouvoir ; si elles présentent l'une à l'autre les pôles de même nom, ils se repoussent ; si elles présentent l'une à l'autre les pôles de différens noms, ils s'attirent.

Seconde expérience. On prépare deux lames d'acier, de manière qu'appliquées l'une sur l'autre, elles ne se touchent que par quelques points, afin qu'elles puissent se mouvoir facilement l'une sur l'autre ; on donne à leurs extrémités une forme différente, afin de pouvoir les distinguer facilement. On aimante ces lames par des moyens que nous indiquerons bientôt, et on les place ensuite l'une sur l'autre, de manière que les pôles de même nom se répondent ; la lame de dessus, abandonnée à elle-même, ne tarde pas à se mouvoir ; elle tourne sur son propre centre comme sur un point d'appui, et elle ne demeure en repos que lorsque ses deux pôles répondent aux pôles contraires de la lame qui est dessous.

Troisième expérience. On suspend à l'un des bras d'une balance un aimant, de manière que ses deux pôles soient traversés par la même verticale, et on le met en équilibre avec un contre-poids suffisant ; on présente à une certaine distance du pôle inférieur le pôle contraire d'un barreau aimanté ; l'équilibre est rompu en faveur de l'aimant, qui se porte avec empressement vers le barreau. Si après avoir rétabli l'équilibre on présente au pôle de l'aimant le pôle semblable du barreau aimanté, l'équilibre est détruit en faveur du contre-poids ; ce qui manifeste la répulsion réciproque des deux pôles de même nom.

Ce que nous venons de dire suffit sans doute pour justifier la dénomination de *boréal* que nous donnons au pôle d'un aimant tourné vers le pôle austral de la terre, et celle d'*austral*, que nous donnons au pôle qui regarde son pôle boréal.

Cette propriété dont jouissent les pôles des aimans de s'attirer ou de se repousser, suivant qu'ils sont contraires ou semblables, a fait imaginer plusieurs machines ingénieuses, telles que la boîte à fleurs, la lunette magnétique, etc. etc., dont la description est étrangère à un ouvrage destiné à l'étude de la physique.

La propriété qu'a un aimant quelconque de tourner une de ses extrémités vers le nord et l'autre vers le midi, souffre un grand nombre de restrictions ; si l'on porte l'aimant sur différens points du globe, dans plusieurs sa direction coïncide exactement avec une ligne tracée du midi au nord, ou avec le méridien du lieu ; mais dans d'autres points, elle s'écarte plus ou moins de cette ligne, tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident, et sa marche varie suivant les lieux. Cette déviation porte le nom de *déclinaison* ; elle se mesure par l'angle que fait le méridien du lieu avec le méridien magnétique. (*Voyez* DÉCLINAISON DE L'AIMANT.

Si l'on part d'un lieu où la déclinaison est nulle, et qu'on marche vers le nord ou vers le midi, il peut se faire qu'on passe par une suite de points où la déclinaison sera aussi nulle ; mais ces points ne se trouveront pas sur un même méridien ; ils formeront une courbe irrégulière qui aura des inflexions en différens sens.

Halley a tracé sur une mappemonde ces suites de points où la déclinaison est nulle, et qu'on nomme *bandes sans déclinaison.* Elles ont été suivies par les marins jusqu'à des latitudes plus ou moins considérables.

La déclinaison varie encore dans un même lieu suivant les temps, et ses variations ne croissent pas dans le même rapport que les temps, ensorte

que les bandes sans déclinaison changent continuellement de position et de figure. En 1666, la déclinaison étoit nulle à Paris, mais en 1804 elle étoit de 22 dégrés 15 minutes vers l'ouest, de manière qu'elle augmente d'environ 9 ou 10 minutes par an.

L'aiguille aimantée éprouve encore une variation diurne particulière, que *Cassini* a observée avec soin. Le résultat de ses observations a fait connoître qu'à Paris la direction de l'aiguille se rapproche un peu de la méridienne depuis environ huit heures du matin jusqu'à deux heures après midi, et s'en écarte ensuite jusqu'à environ neuf heures du soir, après quoi elle reste stationnaire jusqu'au lendemain. Elle fait ainsi de légères oscillations, dont la marche est telle, que la somme des mouvemens qui ont lieu vers l'ouest l'emporte sur celle des mouvemens en sens contraire, ensorte que la déclinaison va en augmentant du même côté.

Si une aiguille traversée d'un axe sur lequel elle est soutenue a, avant d'être aimantée, une situation horizontale, du moment qu'elle a reçu la vertu magnétique, elle prend une position plus ou moins oblique à l'horizon, excepté dans certains points du globe. Cette seconde déviation qu'éprouve un aimant quelconque, porte le nom d'*inclinaison*. Elle est aussi sujette à des variations qui se manifestent surtout d'une manière très-sensible, lorsqu'on change de latitude; à l'équateur l'inclinaison est à peu près nulle, de manière que tous les points, où l'aiguille est exactement parallèle à l'horizon, forment une courbe irrégulière qui coupe l'équateur sous de petits angles; mais à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur pour aller vers un pôle ou vers l'autre, l'inclinaison va en croissant, ensorte que l'extrémité de l'aiguille, qui regarde le pôle voisin, s'abaisse continuellement au-dessous de sa première position Cette variation ne suit pourtant pas le rapport des latitudes. Cette inclinaison étoit à Paris d'environ 71 dégrés en 1792; elle étoit suivant la détermination de Coulomb de 70 degrés 5 minutes en 1804; elle varie aussi suivant le temps dans le même lieu. (*Voyez* le mot INCLINAISON DE L'AIMANT.

Lorsqu'on frotte une verge de fer ou d'acier sur les pôles ou sur les pieds de l'armure d'un aimant, cette verge acquiert la vertu magnétique et toutes les propriétés qui caractérisent l'aimant. Au premier contact du fer le magnétisme se communique; mais un contact réitéré en augmente beaucoup l'énergie, pourvu que le frottement de la verge contre l'aimant se répète dans le même sens.

Un aimant ne perd rien de sa force, quel que soit le nombre de verges de fer ou d'acier auxquelles il communique la vertu magnétique; elle peut néanmoins s'altérer par le laps du temps, par de violentes secousses, par la rouille des armures, par l'action du feu, par le voisinage d'un autre aimant, etc. etc.

Les aimants les plus vigoureux, c'est-à-dire, qui soulèvent les plus gros poids, ne sont pas toujours les plus généreux, c'est-à-dire, qu'ils communiquent quelquefois au fer et à l'acier moins de vertu magnétique que d'autres qui sont plus foibles.

L'expérience a fait voir 1°. que le fer frotté sur un des pôles de l'aimant acquiert beaucoup plus de force magnétique que sur toute autre de ses parties.

2°. La vertu que ce pôle communique au fer est bien plus considérable lorsqu'il est armé que lorsqu'il est nu.

3°. Plus on passe lentement le fer, et plus on le presse contre le pôle de l'aimant, plus il reçoit de vertu magnétique.

4°. Il est plus avantageux d'aimanter le fer sur un seul pôle de l'aimant, que successivement sur les deux pôles, parce que le fer reçoit de chaque pôle la vertu magnétique dans des directions opposées, et dont conséquemment les effets s'entre-détruisent.

5°. On aimante beaucoup mieux un morceau de fer en le passant uniformément et dans la même direction sur le pôle de l'aimant, suivant sa longueur, qu'en le frottant simplement par son milieu; et on remarque que l'extrémité qui touche le pôle la dernière conserve le plus de force.

6°. Un morceau d'acier poli, ou bien un morceau de fer acéré reçoivent plus de vertu magnétique qu'un morceau de fer simple et de même figure; et toutes choses égales d'ailleurs, on aimante plus fortement un morceau de fer long, mince et pointu, qu'un autre d'une forme toute différente; ainsi une lame de sabre, d'épée ou de couteau, reçoivent beaucoup plus de vertu qu'un carreau d'acier de même masse qui n'a d'autre pointe que ses angles.

7°. La propriété qu'a le fer de recevoir la polarité par son contact avec l'aimant, n'est pas une propriété exclusive; Coulomb a prouvé par des expériences exactes que tous les corps de la nature la partagent, quoique d'une manière inégale. (*Voyez* le mot MAGNÉTISME.)

La vertu magnétique n'éprouve aucune diminution appréciable depuis la surface de la terre jusqu'à 4000 mètres (2100 toises) de hauteur; son action dans ces limites se manifeste constamment par les mêmes effets, et suivant les mêmes lois.

Ce résultat est le fruit des observations faites par *Biot* et *Gay Lussac* dans une de leurs ascensions aérostatiques.

Dans un long et pénible voyage que *Humbold* vient d'effectuer au Pérou et au Mexique, ce physicien a fait sur les variations de la vertu magnétique à différentes latitudes, des observations multipliées, qui l'ont conduit au résultat suivant :

L'intensité des forces magnétiques varie à différentes latitudes; son *minimum* est à l'équateur, et elle augmente en allant vers les pôles.

Cette intensité se mesure par le nombre des degrés que fait l'aiguille aimantée en un certain temps.

Une excellente boussole faisoit en dix minutes,

A Paris.	245 oscillat.
Au Pérou, de 7 à 5°, latitude australe.	211
Au Pérou, 2° 13' latitude australe, à 3°. 15' latitude boréale.	217
Depuis 4° 36' à 8° 56' latitude boréale.	224
Depuis 9° 15' à 23° latitude boréale.	237

Ces oscillations de l'aiguille sont ensuite modifiées par l'action des montagnes. *Humbold* a observé qu'au volcan d'Antisœna, à 2467 toises (environ 420 mètres) d'élévation, la boussole faisoit en 10 minutes 230 oscillations, tandis qu'à Quito le nombre d'oscillations n'étoit que 218.

Dans d'autres occasions, le nombre d'oscillations étoit moindre sur les montagnes que dans la plaine.

Biot a obtenu des résultats semblables à Paris et dans les Alpes.

Lieux des observations.	*Nombre des oscillations en 10 minutes.*
Paris.	83,9
Turin.	87,2
Sur le mont Genèvre,	88,2
Grenoble	87,4
Lyon.	87,5
Genève.	86,5
Dijon.	84,5
Paris, au retour. . .	83,9

Humbold et *Biot* ont aussi travaillé de concert à déterminer les lois que suit l'inclinaison de l'aiguille. (*Voyez* le mot INCLINAISON DE L'AIMANT.)

Nous avons tracé le tableau rapide des propriétés de l'aimant. A l'article ATTRACTION MAGNÉTIQUE, nous établirons sur des expériences décisives les lois des attractions et répulsions de l'aimant; nous tâcherons ensuite, à l'article MAGNÉTISME, de lier tous les phénomènes d'après l'idée plausible de deux fluides, tels que les molécules de chacun se repoussent mutuellement, et attirent celles de l'autre fluide en raison inverse du carré de la distance.

AIMANT (Armer l'). *V.* ARMER L'AIMANT.

AIMANT (Armure de l') *Voyez* ARMURE DE L'AIMANT.

AIMANT ARTIFICIEL. On appelle ainsi des lames d'acier qui partagent les propriétés des aimans naturels.

On réunit souvent plusieurs de ces lames aimantées, pour en former des faisceaux. Alors, chacune d'elles doit être bien trempée, polie et bien calibrée, en sorte qu'elles soient toutes égales en longueur, largeur et épaisseur. On aimante chaque lame séparément sur le pôle d'un excellent aimant bien armé. On prépare une armure qui puisse les contenir toutes appliquées les unes sur les autres, et qui les serre et les embrasse par des boutons posés vers leurs extrémités. L'épaisseur des jambages, ainsi que celle des boutons, doit être d'autant plus grande, qu'il y a un plus grand nombre de barres assemblées. Du moment que toutes ces lames sont disposées les unes sur les autres, entre les deux jambages, de manière que les pôles de même nom soient tous du même côté, on les assujettit dans cette situation à la faveur de vis, et l'on a un aimant artificiel, qui est préférable à beaucoup d'aimans naturels.

Cette réunion de lames ne forme pourtant pas les meilleurs aimans artificiels; on en fait de plus parfaits qui ne sont composés que d'un seul barreau d'acier. Parmi les différens procédés qui ont été imaginés pour communiquer à ces barreaux une vertu magnétique très-considérable, nous nous bornerons à exposer celui du double contact inventé par *Micheli*, modifié par *OEpinus*, et perfectionné par *Coulomb*.

Il consiste à dresser verticalement, à une petite distance l'un de l'autre, deux barreaux fortement aimantés, de manière que leurs pôles contraires se correspondent, et à les faire glisser dans cette situation d'un bout à l'autre de la verge que l'on veut aimanter, en sorte qu'ils aillent et viennent alternativement, sans leur permettre jamais de dépasser les extrémités de cette verge. Lorsqu'après un certain nombre de frictions, les barreaux se retrouvent avec le milieu de la verge,

on les enlève suivant leurs directions perpendiculaires à la verge.

Œpinus emploie cette méthode avantageusement modifiée ; il incline les barreaux en sens contraire, ensorte que chacun d'eux fait un angle de 15 ou 20 degrés avec la verge qui reçoit le magnétisme. Cette manière d'opérer présente un double avantage, 1°. Les centres d'action des pôles qui sont élevés d'une certaine quantité au-dessus de la surface de la verge, quand les barreaux ont une position verticale, se trouvent beaucoup plus près d'elle, ce qui rend leur action plus efficace. 2°. L'intervalle entre les centres d'action étant considérablement augmenté, en conséquence de l'angle très-ouvert que les barreaux font entre eux, cette circonstance en reculant les limites qui resserroient l'effet des forces conspirantes, augmente leur activité.

Coulomb procède, comme *Œpinus*, pour la disposition des barreaux; mais il les fait mouvoir différemment. Après les avoir placés sur le milieu de la verge qui doit recevoir la vertu magnétique, il les tire en sens contraire l'un de l'autre jusqu'à une petite distance de l'extrémité la plus voisine; il recommence ensuite, en partant toujours du point du milieu. Ce procédé est beaucoup plus efficace.

Pour avoir deux barreaux fortement aimantés, il faut en prendre quatre égaux et semblables, dont deux au moins aient un commencement de vertu magnétique. Appelons ces derniers A et B, et désignons les autres par C et D. Ceux-ci sont disposés parallèlement l'un à l'autre entre deux autres barreaux de fer doux que l'on nomme *contacts*, et qui sont beaucoup plus courts, mais de la même épaisseur; et cela de manière que si les barreaux C et D ont eux-mêmes un certain degré de magnétisme, leurs pôles contraires doivent se correspondre. On place les barreaux A et B sur le milieu d'un des premiers, tel que C, inclinés en sens contraire comme nous l'avons dit. Si le barreau A est le plus voisin, par exemple, du pôle boréal de C, son pôle inférieur doit être le pôle austral, et alors le pôle inférieur du barreau B qui est de même le plus voisin du pôle austral de C, sera le pôle boréal. Après tous ces préparatifs on fait glisser à plusieurs reprises chacun des barreaux A, B, sur la moitié correspondante du barreau C, suivant la méthode de *Coulomb :* on retourne ensuite le barreau C, sans changer la disposition de ses pôles, et on répète la même opération sur l'autre face. On fait des frictions semblables sur le barreau D, en observant d'intervertir l'ordre des pôles des barreaux A, B, parce que ceux du barreau D sont eux-mêmes placés en sens contraire des pôles du barreau C. Cette opération finie, on substitue les barreaux A, B, aux barreaux C, D, et l'on se sert de ces derniers pour donner à la vertu magnétique des autres plus de force et d'énergie. Lorsqu'on juge que la communication du magnétisme est parvenue à son terme, on se sert des barreaux qui ont reçu les dernières frictions, pour aimanter des aiguilles ou tout autre corps de cette espèce.

Pour conserver la vertu magnétique qu'on a communiquée à un morceau de fer ou d'acier, il faut 1°. le garantir de toute secousse violente. On a aimanté une lame d'acier sur un excellent aimant. Sa vertu attractive, qui

alors étoit très-forte, s'est évanouie du moment qu'elle a été battue sur une enclume.

2°. On a aimanté un morceau de fil de fer, de manière qu'il se dirigeoit avec activité suivant le méridien magnétique; on l'a ensuite courbé en forme d'anneau, et on a trouvé qu'il n'avoit plus de direction sous cette forme; on l'a rendu à son premier état sans lui rendre la propriété de se diriger suivant le méridien magnétique.

3°. L'action du feu détruit aussi, en grande partie, la vertu magnétique communiquée. On a aimanté une lame de fer qu'on a fait ensuite rougir dans le feu de forge, et on l'a présentée dans cet état d'incandescence à de la limaille de fer; aucune molécule de limaille ne s'est portée vers la lame, et conséquemment la vertu attractive étoit nulle. On a fait refroidir la lame, et elle a recouvré par ce seul changement de température la vertu attractive que l'incandescence lui avoit fait perdre.

Le fer et l'acier reçoivent quelquefois la puissance magnétique des mains de la nature, par des moyens qui nous sont encore inconnus.

1°. Un morceau de fer de forme oblongue, qui demeure pendant un certain temps dans une position verticale, devient un aimant d'autant plus vigoureux qu'il a conservé plus longtemps sa position; c'est ainsi que les croix qui couronnent les clochers ont souvent acquis une vertu magnétique assez puissante pour leur faire perdre les propriétés métalliques.

2°. Les pelles, les pincettes, les barres de fer des fenêtres, et généralement toutes les pièces de fer qui restent long-temps dans une situation verticale, acquièrent la vertu magnétique plus ou moins permanente, suivant le temps qu'elles ont conservé leur position. Le pôle austral réside dans la partie supérieure de ces barres et le pôle boréal dans leur partie inférieure.

3°. Dans certaines circonstances la foudre communique au fer une vertu magnétique puissante. Elle éclata un jour dans une chambre qui renfermoit une caisse remplie de couteaux et de fourchettes; plusieurs couteaux et fourchettes furent fondus ou brisés. La plupart de ceux qui échappèrent à cet accident furent si vigoureusement aimantés, qu'ils devinrent capables de soulever de gros clous et des anneaux de fer.

AIMANT (Attraction de l'). *Voy.* ATTRACTION MAGNÉTIQUE.

AIMANT. (Communication de l'). *Voy.* COMMUNICATION DE L'AIMANT.

AIMANT. (Déclinaison de l') *Voyez* DÉCLINAISON DE L'AIMANT.

AIMANT. (Direction de l'). *Voy.* DIRECTION DE L'AIMANT.

AIMANT. (Inclinaison de l'). *Voyez* INCLINAISON DE L'AIMANT.

AIMANT (Pôles de l'). *Voyez* PÔLES DE L'AIMANT.

AIMANT (Répulsion de l'). *Voy.* RÉPULSION DE L'AIMANT.

AIMANTÉE (Aiguille). *Voyez* AIGUILLE AIMANTÉE.

AIR ou GAZ. (*Voyez* le mot GAZ.)

AIR ATMOSPHÉRIQUE. Fluide invisible, insipide, inodore, pesant, élastique, jouissant d'une grande mobilité, susceptible de raréfaction et de condensation, qui environne notre planète jusqu'à une certaine hauteur, et dont la masse entière constitue l'atmosphère.

Ce fluide nous intéresse tous d'une manière particulière, soit parce qu'il est le dépositaire des signes de nos pensées et de nos affections, soit parce qu'il alimente l'existence de tous les êtres animés; ses propriétés physiques et ses propriétés chimiques fixeront successivement notre attention.

PREMIÈRE SECTION.

Des propriétés physiques de l'air atmosphérique.

Parmi les propriétés physiques de l'air atmosphérique, sa pesanteur et son élasticité sont celles qu'il nous importe d'étudier particulièrement, parce qu'elles donnent naissance à un grand nombre de phénomènes, dont la véritable cause a été inconnue jusqu'à l'époque où ces deux propriétés de l'air ont été rigoureusement constatées.

ART. Ier.

De la pesanteur de l'air atmosphérique.

C'est à *Galilée* que nous devons d'avoir reconnu le premier la pesanteur de l'air, qui étoit avant lui généralement désavouée, quoique peut-être quelques physiciens des anciennes écoles en eussent soupçonné l'existence. Ce physicien pesa un vaisseau de verre rempli d'air dans son état naturel; il injecta ensuite dans ce même vaisseau du nouvel air pour en augmenter la masse, et il trouva que le poids du vaisseau étoit plus considérable après l'injection qu'auparavant; il tâcha même de déterminer la pesanteur spécifique de l'air; mais le rapport de 1 à 400 qu'il donna pour la pesanteur de l'air comparée à celle de l'eau, est bien loin d'être satisfaisant.

Otto de Guerike, consul de Magdebourg, imagina ensuite une machine connue sous le nom de *machine pneumatique*, qui fournit un moyen facile d'établir la pesanteur de l'air, de manière à dissiper tous les doutes et à fixer pour jamais l'opinion des physiciens. (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE.)

Première expérience. On prend un ballon garni d'un robinet qui se visse sur la tétine de la machine pneumatique; après avoir pompé l'air du ballon, on le suspend au bras d'une bonne balance, et on met des poids dans le bassin opposé pour faire équilibre; ayant ouvert le robinet, l'air entre dans le ballon, et l'équilibre est détruit; mais on le rétablit en ajoutant des poids, qui expriment combien pèse l'air renfermé dans le ballon.

On s'est occupé aussi de déterminer la pesanteur spécifique de l'air. D'après les expériences de *Duluc*, le rapport entre les poids de l'air et de l'eau distillée, à la température de zéro du thermomètre de *Réaumur*, par une pression moyenne de 76 centimètres (28 pouces) de mercure, est celui de 1 à 760, et suivant *Brisson*, celui de 1 à 810.

La pesanteur de l'air étoit rigoureusement constatée, et l'on attribuoit encore à une aversion imaginaire de la nature pour le vide, les phénomènes d'ascension de l'eau dans les pompes, du mercure dans le baromètre; il fallut, pour détruire cette erreur, que le hasard fît naître une de ces circonstances heureuses qui, en excitant dans les esprits une vive fermentation, fécondent les germes des plus brillantes découvertes.

Des fontainiers d'Italie ayant voulu construire des pompes aspirantes dont

les tuyaux avoient plus de 10,4 mètres (32 pieds) de hauteur, observèrent avec surprise que l'eau refusoit de s'élever au-delà de ce terme ; ils regardèrent ce phénomène comme un caprice de la nature, dont ils demandèrent l'explication à *Galilée*. On assure qu'il répondit que la nature n'avoit horreur pour le vide que jusqu'à 10,4 mètres (32 pieds). *Toricelli* son disciple méditant sur ce phénomène, soupçonna que l'eau s'élevoit dans les pompes par la pression de l'air extérieur, et l'expérience suivante qu'il fit en 1645 justifia parfaitement ses soupçons.

Seconde expérience. On prend un tube de verre d'environ un mètre de long (3 pieds 11 lignes), de 4 à 5 millimètres de diamètre (2 lignes), scellé par un bout et ouvert par l'autre, et on le remplit de mercure; ayant appliqué le doigt sur l'orifice, on renverse le tube, et on place le bout ouvert dans une cuvette contenant du mercure; on retire le doigt, et on voit à l'instant le mercure descendre dans le tube et se fixer à la hauteur d'environ 76 centimètres (28 pouces.) Cette hauteur étant à celle de 10,4 mètres (32 pieds) dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure, il est aisé d'en conclure que c'est réellement, comme *Toricelli* l'avoit d'abord soupçonné, la pression de l'air qui détermine l'eau ou le mercure à s'élever jusqu'à ce qu'il y ait équilibre.

Cette expérience fut répétée en 1646 par *Pascal*, qui imagina en 1647 de la rendre plus décisive, en la faisant à différentes hauteurs. *Perrier* son parent, qui étoit alors à Clermont en Auvergne, fut invité à la répéter sur la montagne du Puy-de-Dôme, et à observer si la colonne de mercure descendroit dans le tube à mesure qu'on s'élèveroit davantage. Le succès complet de cette expérience démontra non seulement que l'air est pesant, mais encore qu'il exerce en vertu de sa pesanteur une pression qui dépend de sa hauteur.

L'air exerce une pression en tout sens, à la manière des fluides. L'expérience de *Toricelli* prouve que l'air presse de haut en bas ; pour se convaincre qu'il exerce une pression latérale et une pression de bas en haut, il suffit de faire sur le côté, ou par le bas d'un tonneau plein, un orifice très-étroit; le liquide ne s'écoule pas, parce que l'air qui répond à l'orifice exerce une pression sur le liquide, dont la hauteur est insuffisante pour la vaincre.

Cette pression en tout sens du fluide atmosphérique une fois bien constatée, nous ne devons point être surpris 1°. que les corps mous soutiennent cette pression sans changer de figure, et les corps fragiles sans se briser, quoique cette pression soit équivalente à celle d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces) ; 2°. que nous sentions une pression très-forte sur la main placée à l'ouverture d'un récipient dans lequel on fait le vide ; 3°. de voir se briser en pièces une plaque mince de verre, mise avec un cuir interposé sur un récipient ouvert par les deux bouts, qu'on purge d'air à la faveur de la machine pneumatique : un récipient qui n'auroit pas une forme sphérique seroit brisé de même. La figure sphérique est la seule qui puisse écarter le danger de la cassure. 4°. D'éprouver, lorsqu'on veut écarter les ailes d'un soufflet dont les ouïes et le bout sont bien fermés, une

vive résistance, qui s'évanouit du moment que l'intérieur du soufflet devient accessible à l'air extérieur. 5°. Enfin, de voir deux hémisphères de cuivre concaves, joints à la faveur d'un anneau de cuir mouillé, résister vivement, du moment qu'on en a pompé l'air, aux forces considérables qu'on emploie pour effectuer leur séparation.

Art. II.

De l'Élasticité de l'air atmosphérique.

Nous venons de voir que l'air est pesant, et qu'en vertu de sa pesanteur, il exerce une pression égale en tout sens. Cette propriété ne caractérise pas le fluide atmosphérique ; elle est commune aux fluides incompressibles ; mais ce qui le distingue, c'est son élasticité, c'est-à-dire la faculté qu'il a d'être composé de parties qui se laissant réduire à de moindres dimensions, par une force quelconque, tendent à surmonter cette pression, et à s'acquérir leur première étendue, en réagissant contre les corps qui les compriment. Chacun peut se convaincre de cette propriété de l'air par des expériences bien simples.

Première expérience. On prend une vessie enflée et bien fermée ; l'air qu'elle contient se réduit à un espace moindre quand on la presse entre les mains ; mais du moment que la pression cesse, il se rétablit de lui-même dans l'espace qu'il occupoit auparavant ; on sent même, quand on le comprime, l'effort qu'il oppose à l'action qu'on exerce sur lui.

Deuxième expérience. On met dans une boîte, dont le diamètre intérieur est d'environ 81 millimètres (3 pouces), une vessie exactement fermée, et qui n'est remplie d'air qu'en partie ; on place sur cette vessie un poids de plomb de 18 kilogrammes (environ 36 livres), et qui entre dans la boîte, de manière qu'il ne laisse de vide que la place de la vessie ; on couvre cette boîte d'un récipient assez haut pour que le poids puisse être élevé de 27 millimètres (1 pouce) ; on pompe l'air, la vessie enfle et élève le poids.

Les physiciens décrivent, en faveur de l'élasticité de l'air, beaucoup d'autres expériences que nous nous contenterons de citer, parce qu'elles nous paroissent plus propres à offrir un spectacle agréable, qu'à former un concours de preuves nécessaires pour confirmer ou éclaircir la vérité qui nous occupe.

Une bouteille de verre mince, et pleine d'air, que l'on a bien bouchée, crève dans le vide.

Un œuf, placé dans un gobelet, se vide par un fort petit orifice fait à sa partie inférieure quand on raréfie l'air qui l'environne ; il se remplit aussi par le même orifice, lorsqu'on laisse rentrer l'air dans le récipient.

Une vieille pomme se déride dans un récipient dont on purge l'air ; mais elle reprend son premier état, elle se ride même davantage, quand on lui rend son enveloppe atmosphérique.

La force élastique de l'air est toujours égale à la force qui le comprime ; si elle étoit moindre que cette force, l'air se laisseroit comprimer davantage ; si elle étoit plus grande, l'air ne céderoit pas autant, puisque la réaction est toujours égale à l'action.

Il suit de-là que la force élastique d'une bulle d'air, prise dans les couches de l'atmosphère que nous habitons, est égale au poids de la colonne

d'air qui repose sur elle, puisque ce poids est la force qui l'enchaîne dans l'espace étroit qu'elle occupe ; aussi, du moment qu'on la débarrasse de ce poids, à l'aide de la machine pneumatique, tend-elle subitement à s'étendre jusqu'à ce que sa pesanteur et son élasticité soient en équilibre.

Donnée même température, le volume d'une quantité d'air déterminée, ou l'espace qu'il occupe, est toujours en raison inverse de la force qui le comprime, et conséquemment en raison inverse de sa force élastique, de sa densité ou de sa pesanteur spécifique, puisque la force comprimante de l'air, son élasticité, sa densité, sa pesanteur spécifique sont toujours des quantités proportionnelles.

Troisième expérience. On prend un tube AB (*Pl.* 1, *fig.* 1), fermé en A et ouvert en B ; on le remplit de mercure, à l'exception d'un certain espace qu'on laisse rempli d'air. On applique le doigt à l'orifice B, et on renverse le tube pour laisser monter l'air dans la partie supérieure AD ; on plonge ensuite l'extrémité B du tube dans une cuvette pleine de mercure. Ce liquide ne se fixe pas à la hauteur BC que nous supposons être sa hauteur ordinaire ; il descend jusqu'en E, parce que l'air qui est dans AD se dilate de manière à occuper l'espace AE.

A l'aide de cette expérience qui sert à mesurer avec exactitude les grandeurs AD, ED, ainsi que les hauteurs BC, BE, il est aisé de démontrer la vérité qui nous occupe. La force qui comprimoit l'air, remplissant l'espace AD, égale le poids de l'atmosphère, que nous pouvons représenter par le poids de la colonne de mercure BC. Après l'expérience, son volume a augmenté de manière qu'il occupe l'espace AE ; donc l'élasticité de cet air dilaté, plus le poids de la colonne de mercure BE égale le poids de l'atmosphère, ou le poids de la colonne de mercure BC = BE + EC. Si de ces deux quantités égales on ôte la quantité commune BE, les restes sont égaux ; donc l'élasticité de l'air dilaté, au point d'occuper l'espace AE, égale le poids de la colonne de mercure EC ; or, en mesurant les longueurs AD, AE, que l'air occupe dans les deux cas, on trouve que AD : AE :: EC : BC : donc, donnée même température, le volume d'une quantité d'air déterminée, ou l'espace qu'il occupe, est toujours en raison inverse de la force qui le comprime ; cette force égale la force élastique de l'air, qui est toujours proportionnelle à sa densité ou à sa pesanteur spécifique.

La même proportion subsiste lorsque l'air est condensé.

Quatrième expérience. On prend un tube recourbé ONM (*Pl.* 1, fig. 2) dont la branche NM a partout le même diamètre ; on y verse d'abord un peu de mercure pour remplir ON, et renfermer l'air dans NM, sans lui faire éprouver la plus légère condensation. Cet air se trouve alors comprimé par le poids de l'atmosphère, qui équivaut au poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces). Alors, si l'on verse du mercure dans la branche PO jusqu'à la hauteur XO, l'air renfermé dans NM sera comprimé par le poids du mercure XO, qui fait monter ce liquide depuis N jusqu'à Z, de sorte que l'air n'occupera que la hauteur MZ. Si on mène une ligne horizontale ZF, il est aisé de voir que le poids du mercure en ZN équilibre avec celui de FO, et que l'air occupant l'espace

MZ n'est comprimé que par la colonne de mercure FX, plus par le poids de l'atmosphère équivalant à une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces); or, si on mesure les hauteurs MZ, MN, qui sont successivement occupées par l'air, on trouve que MZ est à MN comme le poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces) est au poids d'une semblable colonne de mercure, plus au poids de la colonne de mercure FX, c'est-à-dire, en raison inverse des poids qui les compriment.

Il est aisé de voir que le rapport trouvé ne peut avoir lieu 1°. que dans l'hypothèse d'une température constante; 2°. qu'en supposant les tubes employés pour ces sortes d'expériences parfaitement cylindriques; car nous supposons les espaces MZ, MN, AD et AE l'un à l'autre comme les longueurs, supposition fausse si les tubes ne sont pas exactement cylindriques.

De ce que l'espace qu'occupe une quantité d'air déterminée est en raison inverse de sa force élastique, il suit que, donnée même température, l'élasticité de deux molécules d'air n'augmente pas par leur rapprochement.

Pour rendre sensible cette conclusion, concevons une masse d'air renfermée dans une vessie qui communique avec un tube recourbé contenant du mercure, et supposons que sa force élastique fasse équilibre avec une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces) de hauteur; si l'on comprime la vessie de manière que l'air soit réduit à la moitié de son volume, la couche d'air contigüe à la surface du liquide aura évidemment une densité deux fois plus grande qu'elle n'avoit avant la compression, et conséquemment un nombre double de molécules d'air touchera et agira sur cette surface; donc, puisque, suivant l'expérience, la hauteur de la colonne de mercure devient double, il faut que l'élasticité de chaque molécule soit la même; d'où il suit que, donnée même température, l'élasticité des molécules d'air n'augmente pas par leur rapprochement; il ne fait que multiplier le nombre des molécules agissant sur une même surface.

La vérité que nous venons d'établir conduit visiblement aux résultats suivans. 1°. Les molécules d'un gaz n'obéissent sensiblement qu'à la force répulsive du calorique, et l'attraction qu'elles exercent les unes sur les autres est très-petite, par rapport à cette force; ainsi leur élasticité dépend exclusivement de la température, et la quantité de calorique libre qui existe dans une masse d'air est, à température égale, proportionnelle à son volume; car s'il y en avoit plus sous le même volume, dans l'état de condensation que dans celui de dilatation, la force répulsive de deux molécules voisines en seroit augmentée.

2°. Si l'on diminue d'un tiers ou de moitié le volume d'un gaz, il doit s'en dégager un tiers ou une moitié du calorique libre qui existe entre ses molécules. L'effet du calorique ainsi dégagé est sensible sur la vitesse du son; elle produit l'excès de cette vitesse sur celle que donne la théorie ordinaire, comme *Laplace* s'en est assuré par le calcul.

3°. Si l'on conçoit des volumes égaux de deux différens gaz renfermés dans deux enveloppes de même capacité, et inextensibles, et qu'on suppose qu'à une température donnée l'élasticité de ces deux gaz soit la même; en augmentant de la même

manière leur température, l'accroissement de leur élasticité sera la même, puisqu'elle ne dépend que de leur température. Si l'on conçoit à présent que les enveloppes renfermant les gaz deviennent extensibles, les deux gaz se dilateront jusqu'à ce que leur élasticité fasse équilibre à la pression de l'atmosphère qui entoure ces enveloppes; et puisque pour chaque gaz le volume est en raison inverse de la force élastique, les deux gaz prendront le même volume et se dilateront également: ce qui est conforme à l'expérience.

L'élasticité de l'air étant une fois bien connue, il est aisé de se convaincre qu'il est impossible de faire le vide parfait dans le récipient de la machine pneumatique. Toutes les fois qu'on élève le piston, il se fait dans le corps de pompe un vide qui est subitement rempli par l'air du récipient, qui continue d'y passer jusqu'à ce qu'il ait la même densité dans le corps de pompe et dans le récipient; car si sa densité dans le corps de pompe étoit moindre que dans le récipient, sa force élastique qui est toujours proportionnelle à sa densité, seroit aussi moindre, et laisseroit conséquemment encore passer de l'air du récipient dans le corps de pompe, jusqu'à ce qu'enfin les densités fussent égales; d'où il résulte que l'air qui reste dans le récipient après chaque coup de piston, est à celui qui étoit dans ce récipient immédiatement avant ce coup, comme la capacité du récipient est à la capacité de la pompe et du récipient pris ensemble, c'est-à-dire, que la quantité d'air du récipient diminue à chaque coup de piston, en raison de la capacité du récipient à celle du même récipient et du corps de pompe pris ensemble. Chaque reste est donc toujours moindre que le reste précédent, dans la même raison donnée; d'où il suit qu'ils décroissent tous dans une progression par quotient, et conséquemment que le vide parfait ne peut exister dans le récipient qu'après un nombre infini de coups de piston, ce qui est impossible.

Pour rendre cette vérité plus sensible, supposons la capacité du récipient double de celle du corps de pompe; après le premier coup de piston, le reste est les $\frac{2}{3}$; par la même raison, le reste après le second coup est les $\frac{2}{3}$ du reste précédent ou $\frac{4}{9}$, et ainsi de suite. Cette diminution étant toujours dans le même rapport de 2 à 3, il s'ensuit que les quantités d'air qui restent dans le récipient décroissent en progression par quotient.

Les problèmes qui suivent serviront en même temps à exercer la sagacité des jeunes amateurs de la physique, et à démontrer l'importance des principes que nous venons d'établir.

Premier problème. On a sur de l'eau un tube cylindrique en partie plein d'air, sa hauteur au-dessus du niveau du réservoir est de 100 centimètres, et l'eau y monte de 40 centimètres, de sorte que l'air n'en occupe que 60. On demande de combien il faut enfoncer ce tube, pour que l'eau y soit à la même hauteur que dans le réservoir.

Avant l'immersion, l'élasticité de l'air intérieur, plus la colonne de 40 centimètres d'eau qui se trouvoit dans le tube, faisoit équilibre à la pression de l'atmosphère, c'est-à-dire, à une colonne d'eau de 1040 centimètres; l'élasticité de l'air intérieur étoit donc égale à la pression d'une colonne de mille centimètres d'eau. Cela posé, soit x la quantité dont on

doit enfoncer le tube dans le réservoir, $100-x$ sera la hauteur du tube au-dessus de l'eau, et conséquemment l'espace occupé par l'air après l'immersion; mais, pour qu'il y ait équilibre, la force élastique de l'air compris dans cet espace doit être égale à celle de l'air extérieur, qui est représentée par 1040 centimètres; de plus l'élasticité d'une masse donnée d'air varie en raison inverse de son volume; donc $100^{c}-x : 60^{c} :: 1000^{c} : 1040^{c}$; donc $104000^{c}-1040x = 60000^{c}$, ou en réduisant $1040x = 44000^{c}$ et $x = \frac{44000^{c}}{1040} = 42^{c}\frac{4}{13}$. Donc enfonçant le tube de $42^{c}\frac{4}{13}$, l'eau y descendra au même niveau que dans le réservoir.

Second probléme. KLMN (fig. 3) est un récipient cylindrique exactement fermé, qui est rempli d'air jusqu'en AB; il communique par le tube recourbé *abcd*, avec une cloche cylindrique mobile STU en partie pleine d'air et renversée dans une cuve d'eau EGHF, de manière que les extrémités *a* et *d* du tube de communication, soient toujours au-dessus de l'eau dans le récipient et dans la cloche; enfin la cloche STU est soutenue par le poids P, qui lui fait équilibre à l'aide du treuil STp, et l'eau est au même niveau dans la cloche mobile que dans le réservoir.

On ouvre le robinet R, et on ne le ferme que lorsqu'il s'est écoulé une quantité d'eau connue ABCD. On demande quel sera le mouvement de l'eau dans la cloche, celui de la cloche elle-même et du poids P.

Représentons par *a* la quantité d'eau ABCD, et par V l'espace que l'air occupe dans les deux cloches, $V+a=V'$ sera le volume occupé par l'air après l'ouverture du robinet, en supposant que l'eau ne s'élève pas dans la cloche; représentons encore la base intérieure de la cloche par *b*, et sa base totale par B, $B-h=b'$ sera la base de la paroi de la cloche; enfin, supposons que l'élasticité de l'air extérieur soit égale à la pression d'une colonne d'eau, dont la hauteur est *e*.

L'eau contenue dans ABCD dilate l'air par sa sortie, le liquide monte donc dans la cloche, et augmentant son poids il doit la forcer à descendre; ensorte que nous devons chercher la hauteur dont l'eau monte dans la cloche, et la quantité dont la cloche s'abaisse; je désignerai celle-ci par x, et la première par y.

La force élastique de l'air est en raison inverse de son volume, mais après l'ouverture du robinet, l'espace occupé par l'air intérieur est égal à V' moins le volume d'eau by qui est monté dans le récipient, on aura donc

$V'-by : V :: e : \frac{eV}{V'-by}$ qui représ. la force élastique de l'air après que l'équilibre s'est établi. L'air intérieur est comprimé en vertu du poids de l'atmosphère *e*, diminué de la hauteur à laquelle le liquide s'élève au-dessus du niveau EF; cette hauteur est $y-x$, ainsi la force comprimante est $e-y+x$; mais dans le cas d'équilibre, elle doit être égale à la force élastique; donc

$$\frac{eV}{V'-by} = e-y+x, \text{ ou } eV = eV'-V'y+V'x-bey+by^{2}-bxy;$$

faisant passer tous les termes dans le premier membre, et observant que $V'-V=a$, il vient

$$by^{2}-bxy-(V'+be)y+V'x+ae=0 \qquad (1).$$

Pour résoudre le problème, il faut satisfaire à une autre condition, c'est que la cloche soit en équilibre avec le poids P. Les forces qui la sollicitent sont, le poids de la cloche qui tend à la faire descendre, le poids P et la perte que la partie immergée fait de son poids, qui tendent à la faire monter : ces trois forces étoient en équilibre avant l'ouverture du robinet, mais ensuite le poids de la cloche se trouve augmenté par l'ascension de l'eau au-dessus de EF, ce qui détermine une immersion plus profonde de la cloche, et conséquemment une diminution plus considérable de son poids : il faut donc, pour qu'il y ait équilibre, que l'augmentation du poids produite par l'ascension de l'eau, égale la diminution qu'il éprouve par l'enfoncement de la cloche. L'élévation de l'eau au-dessus de ab est $y-x$, le volume d'eau monté dans la cloche, et par conséquent l'augmentation de son poids est donc $(y-x)\,b$; la perte que fait de son poids la partie immergée située au-dessus de $t't'$ est égale au poids d'un pareil volume d'eau, c'est-à-dire à $b'x$; donc

$$(y-x)\,b = b'x, \text{ ou } by = \mathrm{B}x \text{ et } x = \frac{by}{\mathrm{B}}. \qquad (2)$$

Substituant à la place de x sa valeur dans l'équation (1), on aura

$$(\mathrm{B}b-b^2)\,y^2-(\mathrm{BV}'+\mathrm{B}be-b\mathrm{V}')\,y+\mathrm{B}ae=0.$$

Réduisant à l'unité le coefficient de y^2, et observant que $\mathrm{B}-b=b'$, il vient

$$y^2-\frac{b'\mathrm{V}'+\mathrm{B}be}{bb'}y+\frac{\mathrm{B}ae}{bb'}=0, \text{ d'où}$$

$$y=\frac{b'\mathrm{V}'+Bbe}{2bb'}\pm\sqrt{\left\{\frac{b'^2\mathrm{V}'^2+\mathrm{B}^2b^2e^2+2\mathrm{B}bb'e\mathrm{V}'}{4b^2b'^2}-\frac{\mathrm{B}ae}{bb'}\right\}},$$

je réduis au même dénominateur la quantité sous le signe, ce qui donne en observant que $\mathrm{V}'-a=\mathrm{V}'$

$$y=\frac{b'\mathrm{V}'+\mathrm{B}be\pm\sqrt{[b'^2\mathrm{V}'^2+\mathrm{B}^2b^2e^2+2\mathrm{B}bb'e(\mathrm{V}-a)]}}{2bb'} \qquad (3)$$

La valeur de x s'en conclut au moyen de l'expression $x=\frac{by}{\mathrm{B}}$; nous connoissons donc la hauteur dont le fluide monte dans la cloche et l'abaissement de ce dernier. Pour avoir l'ascension du poids P, il suffit d'observer que les espaces parcourus par les deux cordes $t\mathrm{S}$, $p\mathrm{P}$ sont comme les rayons $\mathrm{I}t$, $\mathrm{I}p$ que je représente par R et r ; donc $\mathrm{R}:r::x:\frac{rx}{\mathrm{R}}$ hauteur dont s'élève le poids P.

Si l'on n'avoit pas égard à l'épaisseur des parois de la cloche STU, b' deviendroit o et B égal à b, l'équation (2) donneroit $x=y$, et l'équation (1) se changeroit en $-(\mathrm{V}'+be)x+\mathrm{V}'x+ae=0$, ou $be\,x=ae$, donc $x=\frac{a}{b}$.

Il me reste à parler de quelques machines à air, dont les effets sont aujourd'hui aussi généralement connus que la cause qui les fait naître. Je me bornerai à dire un mot de la fontaine de compression et de la fontaine d'héron.

La fontaine de compression consiste en un vaisseau de cuivre, qui a à son sommet un orifice, au moyen duquel

on le remplit d'eau, jusqu'aux deux tiers environ de sa capacité : on visse ensuite à l'orifice un tube qui descend dans le vaisseau métallique, jusqu'à une petite distance du fond, et dont la partie supérieure qui dépasse l'orifice, est garnie d'un robinet. On adapte à cette même partie une pompe foulante, et le robinet étant ouvert, on injecte une grande quantité d'air dans l'intérieur du vase : cet air s'élève au-dessus de l'eau en vertu de sa légéreté spécifique, et sa force élastique augmente avec sa densité, à mesure qu'on donne de nouveaux coups de piston. On ferme le robinet, on dévisse la pompe, et on lui substitue une espèce de petit cône creux, ouvert par son sommet, qui est tourné en haut. Dès que l'on ouvre de nouveau le robinet, l'air condensé déployant sa force élastique sur la surface de l'eau, la chasse par le canal plongé dans le liquide, qu'on voit s'élancer au-dehors, sous la forme d'un jet de trente pieds (environ dix mètres) de hauteur.

La fontaine d'héron est composée de deux boîtes creuses de métal, auxquelles on peut donner une forme quelconque. Ces boîtes sont réunies à la faveur de plusieurs tuyaux métalliques, et surmontées d'un bassin qui communique à la boîte supérieure, par le moyen d'un tuyau qui porte un ajutage qu'on y visse au besoin. Le tuyau se vissant au fond du bassin, peut, suivant le besoin, s'ôter et se remettre en place. Le même bassin communique à la boîte inférieure par un autre tuyau ouvert aux deux bouts, et qui aboutit jusque vers le fond de la boîte. Enfin les deux boîtes communiquent ensemble par un autre tuyau ouvert aux deux extrémités, et qui traverse la boîte supérieure dans presque toute sa hauteur. Pour mettre cette fontaine en jeu, on remplit en grande partie d'eau la boîte supérieure; on en met aussi dans le bassin, de manière que le tuyau qui établit sa communication avec la boîte inférieure, soit toujours plein.

L'eau qui fait effort pour descendre dans la boîte inférieure, pèse sur la masse d'air qui remplit sa capacité. l'air comprimé s'échappe par le tuyau qui établit la communication entre les deux boîtes, il exerce toute l'activité de son ressort sur la surface de l'eau qui remplit la boîte supérieure, et détermine son évasion en forme de jet, à une hauteur proportionnelle à la force qui lui est imprimée.

SECONDE SECTION.

Des propriétés chimiques de l'air atmosphérique.

L'air est le dissolvant de l'eau, il alimente la combustion et la respiration, telles sont les principales propriétés chimiques de l'air. Nous les examinerons séparément, et pour mieux apprécier les dernières, nous étudierons la nature de l'air atmosphérique.

ART. Ier.

De la faculté dissolvante de l'air.

L'air et l'eau exercent l'un sur l'autre une attraction réciproque, mais inégale, en vertu de laquelle l'eau dissout de l'air, et l'air dissout de l'eau, mais en plus grande proportion ; car si l'on laisse de l'air bien sec sur de l'eau bien purgée, l'un et l'autre satisferont leur attraction réciproque, et il s'établira deux saturations ; trois décimètres cubes de cet air (environ un pied cube) donneront 5 à 600 milligrammes (10 ½

12 grains) d'eau. La chimie offre beaucoup d'exemples de corps qui se partagent ainsi en raison de leurs attractions.

C'est le propre d'un dissolvant quelconque de donner à la substance dissoute et sa forme et sa densité; d'où il résulte que l'eau en se dissolvant dans l'air a perdu sa liquidité pour acquérir la fluidité aériforme, et que l'air en se dissolvant dans l'eau a perdu son état aériforme pour acquérir la liquidité. L'air contenu dans l'eau n'y est donc point dans l'état élastique; il a pris la forme, et à très-peu près la densité de l'eau, et conséquemment il ne peut troubler sa transparence. (*Voyez* le mot TRANSPARENCE.)

La dissolution de l'eau dans l'air constitue l'évaporation, qu'il faut soigneusement distinguer de la vaporisation, qui consiste dans la dissolution de l'eau opérée par le calorique; néanmoins pour se dissoudre dans l'air, l'eau absorbe une certaine quantité de calorique, qui la fait passer à l'état de fluide élastique, comme l'atteste le refroidissement qui accompagne toujours l'évaporation; mais l'union de l'eau avec le calorique, pour passer à l'état gazeux, est déterminée par l'attraction de l'air. Il est probable que l'eau acquiert alors plus de capacité dissolvante pour le calorique; son attraction pour ce fluide devient plus grande que celle des corps environnans qui lui en cèdent. Ces effets sont en quelque sorte simultanés, et c'est l'attraction de l'air qui leur donne naissance; de là vient sans doute qu'après cette dissolution l'air est plus léger que lorsqu'il est sec; ce qui fait voir que l'eau, en se dissolvant, a pris un volume dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de l'air lui-même. Cette propriété de l'eau que de nombreuses et exactes expériences de *Saussure* ne permettent pas de regarder comme équivoque, fournit l'explication la plus satisfaisante de l'abaissement du mercure dans le baromètre, lorsque l'air atmosphérique se sature d'humidité.

L'air dissout d'autant plus d'eau que sa température est plus élevée. *Leroi* a déjà fait voir depuis long-temps qu'une bouteille bien bouchée, exposée pendant le jour à une température de 20 dégrés, laisse pendant la nuit déposer sur ses parois, en forme de gouttelettes, une partie de l'eau contenue dans l'air dont la bouteille est remplie. Cette espèce de rosée devient plus abondante à mesure que la température devient moindre; mais l'eau précipitée s'évanouit ensuite du moment que l'air, devenu plus sec par une augmentation de température, a recouvré la faculté de la dissoudre.

L'air dissout d'autant plus d'eau qu'il est plus comprimé, car à la faveur d'une forte compression, on sature l'air d'une plus grande quantité d'eau. La pompe pneumatique confirme encore cette assertion par le nuage humide dont elle s'obscurcit aux premiers coups de piston.

La faculté dissolvante de l'air est donc en raison de sa température et de la pression qu'il éprouve, et comme la température et la pression de l'atmosphère souffrent de grandes et fréquentes variations, il en résulte que l'air devient tantôt plus, tantôt moins avide d'eau, de manière qu'il l'enlève ou la laisse précipiter suivant les circonstances; de là la pluie, la rosée, la neige, et en général tous les météores aqueux dont l'atmosphère est le théâtre. (*Voyez* les mots PLUIE, ROSÉE, BROUILLARDS, etc.)

Art. II.

De la nature de l'air atmosphérique.

L'atmosphère n'est point une substance homogène, dont les couches fluides ne diffèrent que par la densité. (*Voyez* Atmosphère terrestre.) Celles qui occupent les régions les plus élevées sont très-probablement de nature différente de celles qui avoisinent la surface de la terre ; ces dernières, qui s'étendent au moins jusqu'à la hauteur de 3,405 toises (1) sont les seules dont nous puissions ici nous occuper. L'analyse et la synthèse se réunissent pour nous dévoiler leur nature.

Première expérience. On prend une cloche de verre, d'une certaine hauteur, qu'on renverse sur une soucoupe ou capsule à demi pleine d'eau, au milieu de laquelle on a fixé une bougie allumée ; bientôt on voit la flamme se rétrécir, prendre une couleur bleue, s'éteindre absolument au bout de quelques secondes, et l'eau de la soucoupe monter à peu près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche (2).

Si l'on transporte ensuite la cloche sur l'appareil pneumato-chimique, et que l'on éprouve l'air qui est resté dans la cloche après la combustion, on trouve qu'il est méphitique, c'est-à-dire, impropre à la combustion et à la respiration.

Il est aisé de voir qu'il y a absorption d'air dans cette expérience ; car lorsque la bougie est éteinte l'eau monte à peu près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche ; l'ascension de l'eau démontre l'existence du vide, et conséquemment l'absorption d'une partie de l'air contenu dans la cloche. Et qu'on ne dise pas que l'air renfermé sous la cloche est raréfié par la flamme, qu'il s'en échappe même presque toujours quelques bulles au moment où l'on place la cloche sur la bougie, et que conséquemment on doit regarder l'ascension de l'eau dans la cloche comme l'effet de la seule condensation de l'air par le refroidissement, tandis que l'extinction de la bougie a pour cause la dilatation de l'air produite par le calorique. Il est aisé de détruire cette objection, en faisant disparoître les circonstances accessoires qui lui ont donné naissance. Pour cela, on place la bougie non allumée dans un grand flacon, après avoir fixé sur l'extrémité de la mèche un atome de phosphore, on ferme ensuite le flacon avec un bouchon portant un tube de verre de 40 à 45 centimètres (15 à 20 pouces) de longueur, qui communique avec une grande cloche placée d'avance sur la tablette d'une cuve hydro-pneumatique, dans la vue de tenir l'air renfermé à la pression uniforme de l'atmosphère. Les choses ainsi disposées, on allume la bougie par le moyen d'une forte lentille, et on observe également et l'extinction de la bougie et la diminution du volume de l'air, dé-

(1) Dans une de ses ascensions aérostatiques, *Gay-Lussac* a rempli d'air des flacons vides, l'un à la hauteur de 2353 toises, et l'autre à la hauteur de 3405 toises ; cet air essayé avec les plus grandes précautions, ne différoit point de celui pris à la surface de la terre ; il ne contenoit pas de gaz hydrogène.

(2) L'eau ne monte à peu près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche, que lorsque l'appareil a repris la température qu'il avoit avant de commencer l'expérience, et lorsqu'on s'est emparé, par le moyen de l'eau de chaux, du gaz acide carbonique qui s'est formé dans l'acte de la combustion de la bougie.

terminée par l'ascension de l'eau au-dessus du point où elle se tenoit dans la cloche avant l'opération; d'où il suit invinciblement 1°. que l'effet est indépendant, soit de la condensation, soit de la réaction de l'air échauffé, et que conséquemment l'ascension de l'eau a pour cause l'absorption d'une partie de l'air contenu dans la cloche; 2°. l'absorption de l'air se fait uniquement aux dépens d'un fluide aériforme capable d'alimenter la combustion; et puisque l'eau monte à peu près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche, il s'ensuit que ce fluide aériforme forme le quart de l'air atmosphérique; 3°. l'air qui reste dans la cloche après l'extinction de la bougie est tout à fait méphitique. Il faut donc conclure que l'air atmosphérique est composé d'environ trois parties d'un gaz méphitique et d'une partie d'un fluide aériforme propre à la combustion et à la respiration.

On peut rendre cette expérience plus intéressante, en plaçant dans la capsule qui soutient la cloche pleine d'air atmosphérique, plusieurs bougies allumées de différente hauteur; alors l'extinction des bougies se fait successivement, en commençant par celle qui a plus de hauteur, parce que le fluide aériforme qui jouit du privilège exclusif d'alimenter la combustion, manque plutôt dans la partie supérieure de la cloche que dans sa partie inférieure; et cela n'a rien qui puisse exciter de la surprise, puisque la pesanteur spécifique de ce gaz respirable est plus grande que celle du gaz méphitique, qui concourt avec lui à former l'air atmosphérique.

Cette expérience nous a fourni le moyen de séparer les deux gaz qui composent l'air atmosphérique; mais elle ne nous offre pas celui de recomposer l'air commun avec les élémens qui résultent de sa décomposition. L'expérience suivante nous offrira cette double preuve de la composition de l'air atmosphérique.

Seconde expérience. On prend un matras d'environ 0,1027 mètres cubes (3 pieds cubes) de capacité, dont le col, d'une longueur assez considérable, ait à peu près 15 millimètres (7 lignes) de grosseur intérieurement; on le courbe, afin qu'il puisse être placé dans un fourneau, tandis que l'extrémité de son col va s'engager sous une cloche placée dans un bain de mercure. On met dans ce matras environ 120 grammes (4 onces) de mercure bien pur; ensuite, en suçant avec un syphon qu'on introduit sous la cloche, on fait monter le mercure jusqu'à une certaine hauteur, qu'on marque soigneusement avec du papier collé, et on observe exactement le thermomètre et le baromètre. Tout étant ainsi disposé, on allume le feu dans le fourneau, et on l'alimente sans interruption, jusqu'à ce que le mercure soit échauffé presque au degré nécessaire pour le mettre en ébullition.

Le premier jour de l'opération, le mercure est dans un état d'évaporation continuelle; il tapisse l'intérieur des vaisseaux de petites gouttes, d'abord très-fines, qui vont ensuite en augmentant, et qui, lorsqu'elles ont acquis un certain volume, retombent d'elles-mêmes au fond du vase pour se réunir au reste du mercure. Le second jour, on commence à voir nager sur la surface du mercure, de petites parcelles rouges, qui pendant quatre ou cinq jours augmentent en nombre et en volume. Lorsque la calcination du

mercure ne fait plus aucun progrès, on éteint le feu et on laisse refroidir les vaisseaux. L'air qui reste après cette opération, tant dans le matras que dans son col, se trouve réduit aux cinq sixièmes de son volume par la calcination du mercure. Il n'est plus propre à la respiration et à la combustion; les animaux qu'on y introduit y périssent presque subitement, et les bougies allumées s'y éteignent sur le champ.

Cette expérience prouve, comme la précédente, par voie d'analyse, que l'air atmosphérique est composé de deux gaz foiblement unis, l'un respirable, et qui forme environ le quart de son volume, et l'autre non respirable, qui en forme les trois quarts. Le mercure échauffé s'empare de la base du gaz respirable qui forme le quart du volume de l'air contenu dans le matras; le volume de l'air diminue, et il ne reste que cette portion d'air atmosphérique qui est impropre à la respiration et à la combustion. Le mercure a perdu son brillant métallique par sa combinaison avec la base du gaz respirable, et c'est en lui enlevant cette base que nous allons lui rendre ses premières propriétés, et prouver par voie de synthèse la composition de l'air atmosphérique.

Troisième expérience. On prend la matière rouge qui s'est formée pendant l'opération dans l'expérience précédente; on l'introduit dans une petite cornue de verre, à laquelle on adapte un appareil propre à recevoir les produits liquides et aériformes qui pourront se séparer; on allume du feu dans le fourneau, après y avoir placé la cornue.

A mesure que la matière rouge s'échauffe, sa couleur augmente d'intensité; lorsqu'ensuite la cornue approche de l'incandescence, la matière rouge commence à perdre un peu de son volume, et en quelques minutes elle disparoît entièrement; en même temps il se condense dans le petit récipient du mercure coulant, et il passe sous la cloche 15 centimètres c. (environ 8 pouces c.) d'un fluide aériforme qui est très-propre à la combustion et à la respiration. Une bougie allumée qu'on plonge dans un tube rempli de ce gaz, répand une lumière éblouissante; un charbon incandescent, au lieu de s'y consumer paisiblement, y brûle avec flamme et avec beaucoup d'activité.

Dans l'expérience précédente, le mercure en se calcinant s'est emparé de la base de la partie respirable de l'air atmosphérique, et n'a laissé dans la cloche que la partie non respirable. Qu'avons-nous fait dans cette dernière expérience, en faisant échauffer la matière rouge qui avoit résulté de la calcination du mercure? Nous avons rendu à la base de la partie respirable de l'air atmosphérique le calorique qu'elle avoit abandonné pour s'unir au mercure. En recouvrant le calorique, cette base a recouvré en même temps la fluidité aériforme: nous obtenons donc le même fluide respirable que l'air atmosphérique avoit perdu par la calcination du mercure. L'air atmosphérique est donc composé de deux fluides aériformes qui ont des propriétés tout à fait opposées. On peut s'en convaincre, en mêlant les deux fluides aériformes qu'on a obtenus séparément, je veux dire le gaz méphitique qui est resté dans la cloche après la calcination du mercure, et le gaz respirable qu'on obtient en échauffant la matière rouge qui avoit résulté de

la calcination de cette substance métallique. Si l'on fait le mélange de ces deux fluides aériformes, on obtient de l'air en tout semblable à celui de l'atmosphère, et qui est propre au même degré à la combustion et à la respiration.

Ces expériences ne laissent aucun doute sur la composition de l'air atmosphérique, elles nous éclairent sur le rapport qui existe entre les fluides aériformes qui en sont les élémens; lorsqu'elles sont faites avec attention et avec exactitude, elles nous font voir que le rapport qui existe entre le gaz respirable et le gaz méphitique, qui entrent dans la composition de l'air atmosphérique, est celui de 27 à 75, ou environ de 1 à 3.

La proportion de ces deux gaz éprouve de légères variations, par le mélange de quelques principes étrangers, et surtout d'une petite quantité de gaz acide carbonique; mais ces altérations tiennent à des causes locales, et sont purement accidentelles.

Le mercure n'a pas le privilège exclusif de décomposer l'air atmosphérique et de se calciner par l'absorption de la base du gaz respirable; tous les métaux partagent cette belle propriété. Il n'en est aucun qui ne se calcine si, à un degré de température très-élevé, il se trouve environné de cette partie de l'air commun qui sert à la calcination. Il n'en est aucun que la calcination ne rende plus pesant, de manière que le poids acquis réponde au poids perdu par l'air, avec toute la précision que l'on peut se flatter d'atteindre dans ces sortes d'opérations; il n'en est aucun qui après la calcination ne reprenne son brillant et sa ductilité, lorsqu'on lui enlève la base de cette portion respirable de l'air atmosphérique, dont l'absorption lui avoit fait perdre ces belles propriétés. Ces assertions, qui ne sont pas équivoques, nous dévoilent déjà les propriétés chimiques de l'air atmosphérique. Pour les apprécier avec exactitude, il importe d'étudier séparément chacun des deux fluides élastiques qui entrent dans sa composition. Le fluide respirable a obtenu le nom de gaz oxigène; le fluide irrespirable a reçu celui de gaz azote, pour des raisons que nous ferons connoître en parlant de ces deux gaz. (*Voyez* les mots GAZ OXIGÈNE, GAZ AZOTE.)

AJUTAGE. Tuyau adapté à l'ouverture d'un jet d'eau. L'expérience a fait voir qu'un réservoir de 12 pieds (environ 4 mètres) de hauteur au-dessus de l'ouverture d'un ajutage circulaire de 3 lignes (environ 7 millimètres) de diamètre, donnoit 1 pouce (27 millimètres) d'eau, c'est-à-dire, 14 pintes (14 litres) en une minute, jaillissant de bas en haut. Ce résultat peut servir de règle lorsqu'il s'agit de mesurer la dépense des autres jets d'eau. (*Voyez* JET D'EAU.) Mais il importe de savoir que les dépenses d'eau par différens ajutages sont proportionnelles aux ouvertures de ces ajutages et aux hauteurs des eaux des réservoirs au-dessus de ces ouvertures.

1°. Si les eaux des réservoirs sont à même hauteur et les ajutages différens, ces ajutages dépensent de l'eau suivant le rapport des ouvertures par où l'eau s'échappe, c'est-à-dire, dans le rapport des carrés de leurs diamètres. Ainsi, puisque d'après l'expérience, les eaux d'un réservoir étant à la hauteur de 12 pieds (environ 4 mètres), l'ajutage a 3 lignes (en-

viron 7 millimètres), il donne 1 pouce (27 millimètres) d'eau; si son ouverture est de 6 lignes (environ 14 millimètres), il donnera 4 pouces (108 millimètres); et si son ouverture est d'un pouce (27 millimètres) de diamètre, le jet de bas en haut donnera 16 pouces (392 millimètres), pourvu que les tuyaux qui portent l'eau soient d'une largeur suffisante. (*Voyez* JET D'EAU.)

D'après un grand nombre d'expériences exactes, *Mariotte* a estimé les différentes dépenses d'eau par différens ajutages; voici la table qui les renferme.

Table des dépenses d'eau faites pendant une minute par différens ajutages circulaires, l'eau du réservoir étant à 12 pieds (environ 4 mètres de hauteur.)

Par un ajutage d'une ligne de diamètre (env. 2 millim.)	1 p. $\frac{5}{9}$ (env. 1 lit. $\frac{1}{9}$)
Par un de 2 lignes,	6 $\frac{2}{9}$
Par un de 3. . . .	14
Par un de 4. . . .	24 $\frac{8}{9}$
Par un de 5. . . .	38 $\frac{3}{9}$
Par un de 6. . . .	56
Par un de 7. . . .	76 $\frac{2}{9}$
Par un de 8. . . .	97 $\frac{1}{9}$
Par un de 9. . . .	126

2°. Lorsque les ajutages sont les mêmes, et que les hauteurs des eaux des réservoirs sont différentes, les plus grandes hauteurs donnent plus que les moindres, et cet excès de dépense est en raison soudoublée des hauteurs.

La table suivante renferme les dépenses d'eau des réservoirs de différentes hauteurs, avec le même ajutage.

Table des dépenses d'eau à différentes hauteurs des réservoirs, sur trois lignes (environ 7 millimètres) d'ajutages en une minute.

A 3 pieds (env. 1 mèt.)	7 pint. (env. 7 lit.)	
A 4.	8	
A 5.	9	$\frac{1}{31}$
A 6.	9	$\frac{15}{31}$
A 8.	11	$\frac{9}{29}$
A 9.	12	$\frac{3}{20}$
A 10.	12	$\frac{8}{11}$
A 12.	14	
A 15.	15	$\frac{45}{57}$
A 18.	17	$\frac{2}{11}$
A 20.	18	$\frac{3}{31}$
A 25.	20	$\frac{3}{57}$
A 30.	22	$\frac{2}{19}$
A 35.	23	$\frac{37}{41}$
A 40.	25	$\frac{6}{11}$
A 45.	27	$\frac{9}{93}$
A 48.	28	

Si les réservoirs ont plus de 50 pieds de hauteur au-dessus de l'ouverture de l'ajutage, les ajutages de 3 lignes de diamètre sont trop étroits, et la dépense de l'eau devient sensiblement moindre que suivant le rapport énoncé, tant à cause du plus grand frottement à proportion, qu'à cause de la plus grande résistance de l'air.

Dans les hauteurs moyennes, par exemple, de 10 à 12 pieds, il ne faut point que l'ajutage soit un tuyau long, car le frottement qu'éprouveroit le liquide contre les parois intérieures de ce petit tuyau, retarderoit considérablement la vitesse du jet; en pareil cas, l'épaisseur du métal suffit. Suivant les expériences de *Mariotte*, un jet d'eau, dont l'ajutage est un petit tuyau fait en forme de cône, et qui ne s'élevera qu'à la hauteur de 12 pieds, s'élèveroit à celle de 14 pieds, si son

ajutage n'étoit autre chose qu'une lame de métal placée sur l'ouverture du tuyau. De plus, dans ce dernier cas, le jet est plus uni et plus égal que dans le précédent.

Il importe aussi que la largeur des ajutages soit proportionnée à la hauteur des réservoirs. Voici la règle qu'on doit suivre à cet égard, d'après les expériences de *Mariotte*.

Table des largeurs des différens ajutages, suivant la hauteur des reservoirs.

Hauteur des réservoirs.	Largeur des ajutages.
A 5 pieds. . .	3, 4, 5 ou 6 lignes.
A 10.	4, 5 ou 6
A 15.	5 ou 6
A 20.	6
A 25.	6
A 30.	6
A 40.	7 ou 8
A 50.	8 ou 10
A 60.	10 ou 12
A 80.	12 ou 14
A 100.	12, 14 ou 15.

ALAMBIC. Machine dont le principal usage est de faire des distillations.

Un alambic se compose ordinairement d'une cucurbite et d'un chapiteau qui la recouvre. (*Voyez* les mots Cucurbite, Chapiteau.)

Les alambics sont de métal ou de verre; les alambics métalliques devroient être faits d'étain, qui n'est pas aussi soluble à beaucoup près que le cuivre; si on les fait de ce dernier métal, on a du moins le soin de les bien étamer en-dedans. On joint ordinairement au chapiteau un réfrigerent (*Voyez* le mot Réfrigerent), et la cucurbite doit s'adapter à un vase de métal, dans lequel on met de l'eau pour pouvoir distiller au bain marie.

Les alambics de verre servent à distiller au bain de sable.

ALCALI. Substance caractérisée par les propriétés suivantes:

1°. Saveur âcre, urineuse et caustique.

2°. Propriété de verdir plus ou moins le sirop de violette, le rouge des œillets, des roses, l'écorce des raves, la teinture blenâtre de la mauve, et de faire passer au ronge brun ou au violet foncé la teinture jaune de Curcuma ou Terra-Merita.

3°. Faculté de s'unir facilement et étroitement avec les acides, pour former avec eux des sels proprement dits.

4°. Vertu d'agir sur les substances animales beaucoup plus fortement que les terres alcalines.

Il est aisé de voir que ces propriétés qui servent, quand elles sont réunies, à manifester la présence d'un alcali, émanent toutes de la vertu attractive qui anime les molécules de matière lorsqu'elles sont en contact. (*Voyez* le mot Acide.)

La nature nous offre cinq substances qui réunissent les propriétés alcalines, quoique dans un degré différent d'activité et d'énergie. Ces substances sont la baryte, la potasse, la soude, la strontiane et l'ammoniaque. Les quatre premiers peuvent être regardés comme des alcalis fixes, non parce qu'ils jouissent tous d'une fixité absolue, car on peut en sublimer deux à l'aide d'une grande chaleur, mais parce qu'en les comparant au cinquième, qui se réduit très-facilement en gaz, leur vaporisation est véritablement difficile. De là vient que l'ammoniaque a reçu le nom d'*alcali volatil*.

L'ammoniaque est le seul alcali dont on connoisse les principes cons-

litoans (*Voyez* Ammoniaque), tous les autres ont résisté jusqu'ici aux efforts de l'analyse; on n'a donc formé sur leur nature que des conjectures, qui ont besoin d'être justifiées par l'expérience. (*Voyez* Baryte, Potasse, Soude, Strontiane.)

ALCOOL ou ESPRIT DE VIN. Liquide très-mobile, transparent, volatil, inflammable, d'une saveur chaude, âcre et piquante.

Lorsqu'il est bien rectifié, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau : : 8.293 : 10.000; dans celui du commerce elle est : : 8.371 : 10.000.

Si l'on chauffe même légèrement l'alcool dans des vaisseaux fermés, il s'élève et passe sans altération dans les récipiens : c'est ainsi qu'on le rectifie et qu'on le sépare du peu d'eau qu'il pouvoit contenir.

L'alcool est meilleur conducteur du calorique que l'eau; il est beaucoup plus dilatable qu'elle; c'est pour cela qu'il servoit à la construction des thermomètres. Mais comme les dilatations qu'il éprouve ne sont pas toujours proportionnelles aux quantités de calorique qu'on lui communique, on préfère d'employer le mercure à la fabrication des instrumens thermométriques.

L'alcool s'unit à l'eau en toute proportions, et il y est parfaitement dissoluble.

Toutes les résines sont dissolubles dans l'alcool, mais moins facilement et moins abondamment que les huiles volatiles.

L'alcool est un des produits de la fermentation vineuse. (*Voyez* Fermentation vineuse.)

ALIZÉS. Vents. (*Voyez* Vents alizés.)

ALLIAGE DES MÉTAUX. Mélange d'un métal avec un ou plusieurs autres, ou avec des demi-métaux.

L'alliage rend les métaux, 1°. plus durs et plus roides, 2°. plus aisés à fondre.

De ce qu'ils sont plus durs et plus roides, il s'ensuit qu'ils sont aussi plus élastiques que les métaux simples qui entrent dans le mélange, ce qui les rend plus propres à former des corps sonores, puisque la sonorité des corps est proportionnelle à leur élasticité.

L'alliage facilite aussi la fusion des métaux; ils coulent à une chaleur moindre que celle qui seroit nécessaire pour faire fondre les métaux simples dont l'alliage se compose; de là vient qu'on l'emploie pour les soudures; car si le même degré de feu qui fait fondre la soudure faisoit couler les pièces métalliques qu'elle joint ensemble, la soudure n'auroit pas lieu. Ce degré de feu ne fait tout au plus que dilater les pores des pièces de métal qu'on veut réunir, ce qui fait que la soudure s'y insinue plus aisément, et elle prend en se refroidissant une dureté et une consistance à peu près égale à celle de ces mêmes pièces.

ALMICANTARATHS. On a donné ce nom à des cercles parallèles à l'horizon, c'est-à-dire, dont tous les points sont à la même hauteur au-dessus de l'horizon, et qui terminent la hauteur des astres.

Les *almicantaraths* des peuples dont l'horizon passe par les pôles du monde, ou, ce qui est la même chose, qui ont la sphère droite, sont perpendiculaires à l'équateur. Ceux des peuples dont l'horizon se confond avec l'équateur, qui ont le pôle pour zénith, ou, ce qui est la même chose, qui ont la sphère parallèle, sont parallèles à l'équateur : tels sont, par

exemple, les tropiques, les cercles polaires, etc. Enfin, ceux des peuples dont l'horizon passe entre l'équateur et les pôles, ou qui ont la sphère oblique, sont inclinés à l'équateur.

ALUMINE. (*Voy.* le mot TERRE.)

AMALGAME. Mélange de mercure avec quelque métal. Le mercure s'amalgame avec tous les métaux, excepté le fer; il les pénètre aisément, et, s'insinuant dans leurs pores, il forme avec eux une masse molle qui porte le nom d'amalgame.

AMALGAME ÉLECTRIQUE. Mélange de mercure et d'étain, ou mieux encore mélange de mercure et de zinc. Pour faire cet amalgame, on prend de l'étain ou du zinc bien pur, on en met une certaine quantité dans un vase de verre ou de faïence, et on l'y triture à l'aide d'un pilon de verre avec du mercure. Cet amalgame sert à enduire les coussins avec lesquels on frotte le plateau, pour faire développer la vertu électrique, et l'expérience a appris qu'elle en augmente beaucoup l'énergie.

L'amalgame de zinc et de mercure a mérité et obtenu la préférence sur celle d'étain et de mercure.

AMALGAMER. C'est mêler du mercure avec quelque métal. On rend, par cette opération, le métal propre à être étendu sur quelques ouvrages. On peut encore, par ce moyen, réduire le métal en poudre très-fine, ce qui se fait en exposant l'amalgame dans un creuset à l'activité d'une grande chaleur; le mercure se volatilise, et laisse le métal réduit à l'état de molécules d'une extrême ténuité.

La méthode d'*amalgamer* le mercure avec les autres métaux est fort en usage dans les arts, et particulièrement pour la dorure en *or moulu*. Pour cela, on prend des lames d'or très-déliées qu'on met rougir à grand feu dans un creuset, puis on verse dessus du mercure bien pur; on remue la matière avec une petite verge de fer, et quand on voit qu'il commence à s'élever une fumée, on jette le mélange dans un vase rempli d'eau; ce mélange se congèle et devient maniable. On le lave plusieurs fois pour faire disparoître la noirceur, et l'on a un *amalgame*, duquel on sépare la portion de mercure qui n'est point liée, en le pressant un peu dans un linge avec les doigts. Dans cette opération, l'or retient environ trois fois de son poids de mercure. Pour faire usage de cet *amalgame*, les doreurs l'étendent sur la pièce qu'ils veulent dorer en *or moulu*, et mettent ensuite cette pièce au feu; le mercure se volatilise à l'aide du calorique, et l'or s'introduit dans les pores de la pièce, dilatée par l'action de la chaleur, et s'y fixe par la contraction des pores produite par le refroidissement de la pièce.

Lorsqu'on veut réduire l'or en poudre, on met l'amalgame dans un creuset, qu'on expose à une chaleur modérée; le mercure se volatilise, et laisse au fond du creuset l'or réduit en poudre très-fine, et pour ainsi dire impalpable.

AMBRE JAUNE. (*Voyez* le mot SUCCIN.)

AMMONIAQUE. Substance alcaline qui est constamment à l'état aériforme, à la pression et à la température habituelle de l'atmosphère; on la dégage par l'action de la chaux vive sur le muriate ammoniacal, ou sel ammoniac commun.

On met pour cela environ trois parties de chaux vive et une partie

de muriate ammoniacal dans une cornue, à l'orifice de laquelle est adapté un tube recourbé, dont l'extrémité plonge dans la cuve de l'appareil au mercure, sous une cloche pleine de ce liquide, et on échauffe le fond de la cornue avec quelques charbons allumés ou avec une lampe à alcool. A la première impression du feu, le mélange s'échauffe avec effervescence, et l'ammoniaque se dégage sous la forme d'un fluide élastique.

Le muriate ammoniacal est composé d'acide muriatique et d'ammoniaque. De plus, la chaux vive a plus d'attraction pour l'acide muriatique, que cet acide n'en a pour l'ammoniaque.

Lors donc qu'on mêle de la chaux vive avec du muriate ammoniacal, le sel se décompose; l'acide muriatique se combine avec la chaux pour former du muriate de chaux, et l'ammoniaque, devenu libre, se combine avec le calorique qui lui donne la fluidité aériforme.

Il est nécessaire de se servir de l'appareil au mercure pour recueillir le gaz ammoniaque, parce que l'eau a la propriété de le dissoudre; mais en le dissolvant elle lui donne à peu près sa forme et sa densité; et alors il constitue l'ammoniaque liquide.

La glace a aussi la propriété d'absorber le gaz ammoniaque; cette absorption la fait fondre sur le champ, en produisant du froid, parce qu'il faut qu'une grande quantité de calorique se combine avec la glace pour la faire fondre. Au contraire, le gaz ammoniaque produit de la chaleur, lorsqu'il est absorbé par l'eau fluide, parce que cette eau, n'ayant pas besoin d'une nouvelle dose de calorique, celui que le gaz ammoniaque abandonne dans son passage de l'état élastique à celui de liquide, recouvre sa liberté.

L'ammoniaque a une saveur acre et caustique, une odeur vive et pénétrante, une pesanteur spécifique qui est à celle de l'air atmosphérique dans le rapport de 53 à 100.

Il verdit promptement et fortement les couleurs bleues des violettes, de la mauve, des raves, etc. il tue promptement les animaux. Il est impropre à la combustion; cependant, si l'on plonge doucement une bougie allumée dans un tube rempli de ce gaz, il présente des phénomènes qui vont nous éclairer parfaitement sur sa nature.

Première expérience. On remplit une grande cloche de gaz ammoniaque, et l'on plonge ensuite dans cette cloche une chandelle allumée, la chandelle s'y éteint plusieurs fois de suite; mais à chaque fois la flamme est considérablement agrandie par la réunion d'une autre flamme de couleur jaune-pâle; et à la fin cette flamme légère descend du haut du vaisseau jusqu'au fond. Si on présente seulement la chandelle allumée à l'orifice de la cloche remplie de gaz ammoniaque, la flamme jaunâtre s'élève d'environ 54 millimètres (2 pouces) plus haut que celle de la chandelle.

Cette expérience prouve que le gaz ammoniaque est nuisible à la combustion. Mais comment expliquer les circonstances qui accompagnent l'extinction de la chandelle? Les physiciens avoient d'abord soupçonné que le gaz hydrogène est un des principes constituans du gaz ammoniaque; ils attribuoient en conséquence les phénomènes que présente cette expérience, au dégagement du gaz hydro-

gène provenant de la décomposition du gaz ammoniaque. *Berthollet* a converti cette conjecture en une vérité démontrée par des expériences décisives.

Deuxième expérience. Dans une cloche pleine de mercure, mêlez ensemble du gaz ammoniaque et du gaz acide muriatique oxigéné. Il y a chaleur, effervescence, dégagement du gaz azote, production d'eau, et conversion de l'acide muriatique oxigéné en acide muriatique ordinaire.

Je ne vois aucune manière plausible d'expliquer les effets que présente cette expérience, si ce n'est par la décomposition du gaz ammoniaque en ses deux principes constituans, l'hydrogène et l'azote. L'excès d'oxigène du gaz acide muriatique oxigéné se combine avec l'hydrogène, l'une des parties constituantes du gaz ammoniaque, et produit de l'eau; le gaz acide muriatique oxigéné, en perdant son excès d'oxigène, passe à l'état d'acide muriatique ordinaire, et puisqu'il se dégage du gaz azote, il faut conclure qu'il forme l'autre partie constituante du gaz ammoniaque. Le tout est accompagné de chaleur, qui est due à l'état de liberté que prend le calorique, qui étoit combiné avec le gaz hydrogène ou avec le gaz acide muriatique oxigéné.

Troisième expérience. Enfermez dans le gaz ammoniaque, sur le mercure, un fragment d'oxide de plomb blanc, que vous aurez soin d'échauffer en portant sous l'appareil une bougie allumée; le mercure remonte avec rapidité, le plomb se trouve réduit, et l'on obtient de l'eau et du gaz azote. Le même effet a lieu si, à la place de l'oxide de plomb, on substitue un oxide métallique quelconque.

Les oxides métalliques ne peuvent se réduire, c'est-à-dire, recouvrer leur brillant et leur ductilité, qu'en perdant l'oxigène qui les tenoit à l'état d'oxide; l'oxigène de l'eau qui est produite dans cette expérience est donc fourni par l'oxide de plomb; l'hydrogène, qui est l'autre principe constituant de l'eau, et le gaz azote qui se dégage, ne peuvent évidemment être fournis que par le gaz ammoniaque; d'où il résulte que l'hydrogène et l'azote sont les deux élémens de ce fluide aériforme.

Berthollet a prouvé par voie d'analyse, que mille parties d'ammoniaque en poids étoient composées d'environ 807 gaz azote, et 193 hydrogène. Voyez pour cet objet le *Recueil de l'Académie*, année 1784, page 316.

AMPHISCIENS. Ce mot signifie *bin-ombres*, et on le donne aux habitans de la terre situés entre les deux tropiques, et qui pour cette raison jettent leur ombre méridienne en un temps de l'année vers le midi, et en l'autre vers le nord. Sous ce nom sont compris tous les peuples qui n'ont pas 23 degrés 30 minutes de latitude. Le soleil se trouve deux fois l'année précisément dans leur zénith; dans les autres temps, il décline tantôt vers le nord, tantôt vers le midi. Ces peuples sont aussi connus sous le nom de *Asciens-Amphisciens.*

AMPLITUDE D'UN ASTRE. Distance du point de l'horizon où un astre se lève ou se conche dans le temps de l'observation, au vrai point de l'*est* ou de l'*ouest.*

L'amplitude d'un astre est *orientale* ou *occidentale*; on appelle *orientale* celle que l'on mesure au lever de l'astre. On nomme *occiden-*

tale celle qui se mesure au coucher de l'astre. On distingue encore les amplitudes, soit *occidentales*, soit *orientales*, en amplitude *septentrionale*, et en amplitude *méridionale*.

Les amplitudes se comptent sur l'horizon; on commence à compter *l'amplitude orientale* du point d'*est*, et elle se nomme septentrionale, lorsque l'astre se trouve du côté du nord, et meridionale si l'astre se trouve du côté du *sud*. Il en est de même de l'amplitude *occidentale* que l'on commence à compter du point d'*ouest*. Par exemple, les deux jours des équinoxes, le soleil n'a point du tout d'amplitude, car il se lève et se couche dans les vrais points *est* et *ouest*. Si l'on excepte ces deux jours, il a une amplitude tantôt *septentrionale*, tantôt *méridionale*, suivant qu'il est ou du côté du *nord*, ou du côté du *sud*. Il en est de même des autres astres.

Pour déterminer l'amplitude, soit *orientale*, soit *occidentale* du soleil, il faut savoir 1°. quelle est la hauteur du pôle, ou la latitude du lieu où l'on est (*Voyez* Latitude). 2°. Connoître la déclinaison du soleil. (*Voyez* Déclinaison). Alors on estime les amplitudes de la manière suivante: *le sinus du complément de la latitude est au sinus total, comme le sinus de la déclinaison est au sinus de l'amplitude orientale ou occidentale*. Cette règle a servi aux astronomes pour former une table des amplitudes, pour toutes les hauteurs du pôle, et pour toutes les déclinaisons du soleil; on peut la voir dans la *connoissance des temps*; elle sert utilement aux marins pour connoître la déclinaison de la boussole.

AMPLITUDE D'UN JET. C'est ainsi qu'on nomme la ligne horizontale qui coupe et qui termine la courbe que décrit un corps projetté, soit parallèlement à l'horizon, soit de bas en haut, la direction de la force projectile faisant avec l horizon un angle aigu.

ANACAMPTIQUE. Terme d'optique. Ce mot est synonyme de *catoptrique*; on en fait usage lorsqu'on parle de la réflexion des rayons lumineux en général. On peut encore l'employer en parlant de la réflexion des sons; un *écho*, par exemple, est formé par des sons produits *anacamptiquement*.

ANACLASTIQUE. Terme d'optique. Ce mot est synonyme du mot *dioptrique*; on l'emploie ordinairement lorsqu'on parle de la réfraction des rayons lumineux. En astronomie, les tables qui renferment les effets de la réfraction se nomment *tables de réfraction*, ou *tables anaclastiques*.

ANACLASTIQUE (Point.) C'est le point où un rayon lumineux se réfracte, c'est-à-dire, le point où il rencontre la surface réfringente.

ANACLASTIQUES (Courbes.) *Demairan* a donné ce nom aux courbes apparentes que forme le fond d'un vase plein d'eau pour un œil placé dans l'air, ou le plafond d'une chambre pour un œil placé dans un bassin plein d'eau au milieu de cette chambre, ou même la voûte céleste, vue par réfraction à travers l'atmosphère.

ANAMORPHOSE. C'est l'art de dessiner une image qui n'ait presque aucun trait de ressemblance avec ce qu'elle doit représenter, mais dont on retrouve la vraie ressemblance, soit

dans un miroir, soit à la faveur d'un polyèdre, soit à œil nu si on la regarde d'une certaine distance. Les images de la première espèce sont faites pour être regardées dans des miroirs cylindres ou coniques, ou pyramidaux ou prismatiques. Celles de la seconde espèce se font en représentant sur un tableau plusieurs objets qui, vus au travers d'un polyèdre, n'en laissent apercevoir qu'un seul. On trouve assez fréquemment des exemples d'images de la troisième espèce dans des galeries sur les murs desquelles sont peints plusieurs objets différens qui, vus d'une certaine distance, suivant une direction oblique, représentent fidèlement tel ou tel objet connu.

On a inventé des machines propres à dessiner des images déformées, mais de manière qu'elles se représentent droites dans un miroir.

ANDROÏDE. Automate ayant figure humaine, et qui, par le moyen de certains ressorts bien disposés, agit et fait d'autres fonctions extérieurement semblables à celles de l'homme. (*Voyez* Automate.)

Parmi les différens Androïdes qui ont été imaginés, il en est un qui mérite d'être connu, c'est le *flûteur automate* de *Vaucanson*, qui fixa en son temps l'admiration des habitans de la capitale, et dont l'auteur publia la description en 1738, dans un mémoire qui fut accueilli par l'académie des sciences.

La figure est de cinq pieds et demi de hauteur environ, assise sur un bout de roche, placée sur un piédestal carré de quatre pieds et demi de haut sur trois pieds et demi de large.

A la face antérieure du piédestal (le panneau étant ouvert), on voit à la droite un mouvement qui, à la faveur de plusieurs roues, fait tourner en-dessous un axe d'acier de deux pieds six pouces de long, coudé en six endroits dans sa longueur par égale distance, mais en sens différens; à chaque coude sont attachés des cordons qui aboutissent à l'extrémité des panneaux supérieurs de six soufflets de deux pieds et demi de long sur six pouces de large, rangés dans le fond du piédestal, où leur panneau inférieur est attaché à demeure, de sorte que l'axe tournant, les six soufflets s'élèvent et s'abaissent successivement les uns après les autres.

A la face postérieure, au-dessus de chaque soufflet est une double poulie dont les diamètres sont inégaux; savoir, l'un de trois pouces et l'autre d'un pouce et demi, et cela pour donner plus de levée aux soufflets, parce que les cordons qui y sont attachés vont se rouler sur le plus grand diamètre de la poulie, et ceux qui sont attachés à l'axe qui les tire se roulent sur le petit.

Sur le grand diamètre de trois de ces poulies, du côté droit, se roulent aussi trois cordons, qui, par le moyen de plusieurs petites poulies, aboutissent aux panneaux supérieurs de trois soufflets placés sur le haut du bâti, à la place antérieure et supérieure.

La tension qui se fait à chaque cordon, lorsqu'il commence à tirer le panneau du soufflet où il est attaché, fait mouvoir un levier placé au-dessus entre l'axe et les doubles poulies, dans la région moyenne et inférieure du bâti. Ce levier, par différens renvois, aboutit à la soupape qui se trouve au-dessous du panneau inférieur de chaque soufflet, et la soutient levée, afin que l'air y entre sans aucune résistance, tandis que le panneau supérieur, en

s'élevant, en augmente la capacité. Par ce moyen, outre la force que l'on gagne, on évite le bruit que fait ordinairement cette soupape, causé par le tremblement que l'air occasioune en entrant dans le soufflet : ainsi les neuf soufflets sont mus sans secousse, sans bruit et avec peu de force.

Ces neuf soufflets communiquent leur vent dans trois tuyaux différens et séparés; chaque tuyau reçoit celui de trois soufflets. Les trois qui sont dans le bas du bâti à droite, par la face antérieure, communiquent leur vent à un tuyau qui règne en devant sur le montant du bâti du même côté, et ces trois là sont chargés d'un poids de quatre livres; les trois qui sont à gauche dans le même rang donnent leur vent dans un semblable tuyau, qui règne pareillement sur le montant du bâti du même côté, et ne sont chargés chacun que d'un poids de deux livres; les trois qui sont sur la partie supérieure du bâti donnent aussi leur vent à un tuyau qui règne horizontalement sous eux et en devant; ceux-ci ne sont chargés que du poids de leur simple panneau.

Ces tuyaux, par différens coudes, aboutissent à trois petits réservoirs placés dans la poitrine de la figure; là, par leur réunion, ils en forment un seul qui, montant par le gosier, vient par son élargissement former dans la bouche une cavité terminée par deux espèces de petites lèvres qui posent sur le trou de la flûte; ces lèvres donnent plus ou moins d'ouverture, et ont un mouvement particulier pour s'avancer et se reculer. En dedans de cette cavité est une petite languette mobile, qui, par son jeu, peut ouvrir et fermer au vent le passage que lui laissent les lèvres de la figure.

Voilà par quel moyen le vent a été conduit jusqu'à la flûte; voici ceux qui ont servi à le modifier.

A la face antérieure du bâti à gauche, est un autre mouvement qui, à la faveur de son rouage, fait tourner un cylindre de deux pieds et demi de long sur soixante-quatre pouces de circonférence; ce cylindre est divisé en quinze parties égales, d'un pouce et demi de distance. A la face postérieure et supérieure du bâti, est un clavier traînant sur ce cylindre, composé de quinze leviers très-mobiles, dont les extrémités du côté du dedans sont armées d'un petit bec d'acier qui répond à chaque division du cylindre. A l'autre extrémité de ces leviers sont attachés des fils et chaînes d'acier qui répondent aux différens réservoirs de vent, aux doigts, aux lèvres et à la langue de la figure; ceux qui répondent aux différens réservoirs de vent, sont au nombre de trois, et leurs chaînes montent perpendiculairement derrière le dos de la figure jusque dans dans la poitrine, où ils sont placés, et aboutissent à une soupape particulière à chaque réservoir; cette soupape étant ouverte laisse passer le vent dans le tuyau de communication, qui monte, comme on l'a déjà dit, par le gosier dans la bouche. Les leviers qui répondent aux doigts sont au nombre de sept, et leurs chaînes montent aussi perpendiculairement jusqu'aux épaules, et là se coudent pour s'insérer dans l'avant-bras jusqu'au coude, où elles se plient encore pour aller le long du bras jusqu'au poignet; elles y sont terminées chacune par une charnière, qui se joint à un tenon que forme le bout du levier contenu dans la main, imitant l'os que les anatomistes appellent l'os du *métacarpe*, et qui

comme lui forme une charnière avec l'os de la première phalange, de façon que la chaîne étant tirée le doigt puisse se lever. Quatre de ces chaînes s'insèrent dans le bras droit pour faire mouvoir les quatre doigts de cette main, et trois dans le bras gauche pour trois doigts, n'y ayant que trois trous qui répondent à cette main; chaque bout de doigt est garni de peau pour imiter la molesse du doigt naturel, afin de boucher le trou exactement. Les leviers du clavier qui répondent au mouvement de la bouche sont au nombre de quatre; les fils d'acier qui y sont attachés forment des renvois pour parvenir dans le milieu du rocher en dedans, et là ils tiennent à des chaînes qui montent perpendiculairement et parallèlement à l'épine du dos dans le corps de la figure, et qui, passant par le cou, viennent dans la bouche s'attacher aux parties qui font faire quatre différens mouvemens aux lèvres intérieures; l'un fait ouvrir les lèvres pour donner une plus grande issue au vent, l'autre la diminue en les rapprochant; le troisième les fait retirer en arrière, et le quatrième les fait avancer sur le bord du trou.

Il ne reste plus sur le clavier qu'un levier, où est pareillement attaché une chaîne qui monte ainsi que les autres, et vient aboutir à la languette qui se trouve dans la cavité de la bouche, derrière les lèvres, pour emboucher le trou, comme on l'a dit ci-dessus.

Ces quinze leviers répondent aux quinze divisions du cylindre, par les bouts où sont attachés les becs d'acier, et à un pouce et demi de distance les uns des autres. Le cylindre venant à tourner, les lames de cuivre placées sur ses lignes divisées rencontrent les becs d'acier, et les soutiennent levés plus ou moins long-temps, suivant que les lames sont plus ou moins longues; et comme l'extrémité de tous ces becs forme entr'eux une ligne droite, parallèle à l'arc du cylindre, coupant à angle droit toutes les lignes de division, toutes les fois qu'on placera à chaque ligne une lame, et que toutes leurs extrémités formeront entr'elles une ligne également droite et parallèle à celle que forment les becs des leviers; chaque extrémité de lame (le cylindre retournant) touchera et soulevera dans le même instant chaque bout de levier, et l'autre extrémité des lames formant également une ligne droite, chacune laissera échapper son levier dans le même temps. On conçoit aisément par là comment tous les leviers peuvent agir et concourir tous à la fois à une même opération s'il est nécessaire. Quand il n'est besoin de faire agir que quelques leviers, on ne place des lames qu'aux divisions où répondent ceux qu'on veut faire mouvoir; on en détermine même le temps en les plaçant plus ou moins éloignés de la ligne que forment les becs; on fait cesser aussi leur action plus tôt ou plus tard, en les mettant plus ou moins longues.

L'extrémité de l'axe du cylindre du côté droit est terminée par une vis sans fin à simples filets, distans entre eux d'une ligne et demi, et au nombre de douze; ce qui comprend en tout l'espace d'un pouce et demi de longueur, égal à celui des divisions du cylindre.

Au-dessus de cette vis est une pièce de cuivre immobile, solidement attachée au bâti, à laquelle tient un pivot d'acier d'une ligne environ de diamètre, qui tombe dans une cannelure

de la vis et lui sert d'écrou, de façon que le cylindre est obligé, en tournant, de suivre la même direction que les filets de la vis, contenus par le pivot d'acier qui est fixe ; ainsi chaque point du cylindre décrira continuellement, en tournant, une ligne spirale, et fera par conséquent un mouvement progressif de droite à gauche.

C'est par ce moyen que chaque division du cylindre, déterminée d'abord sous chaque bout de levier, changera de point à chaque tour qu'il fera, puisqu'il s'en éloignera d'une ligne et demie, qui est la distance qui sépare les filets de la vis.

Les bouts des leviers attachés au clavier restant donc immobiles, et les points du cylindre auquel ils répondent d'abord s'éloignant à chaque instant de la perpendiculaire, en formant une ligne spirale qui, par le mouvement progressif du cylindre, est toujours dirigée au même point, c'est-à-dire, à chaque bout du levier, il s'ensuit que chaque bout de levier trouve à chaque instant des points nouveaux sur les lames du cylindre, qui ne se répètent jamais, puisqu'elles forment entr'elles des lignes spirales qui forment douze tours sur le cylindre, avant que le premier point de division vienne sous un autre levier que celui sous lequel il a été déterminé en premier lieu.

C'est dans cet espace d'un pouce et demi qu'on place toutes les lames qui forment elles-mêmes les lignes spirales, pour faire agir le levier sous lequel elles doivent toujours passer pendant les douze tours que fait le cylindre. A mesure qu'une ligne change pour son levier, toutes les autres changent pour le leur ; ainsi chaque levier a douze lignes de lames de 64 pouces de diamètre qui passent sous lui, et qui font entr'elles une ligne de 768 pouces de long ; c'est sur cette ligne que sont placées toutes les lames suffisantes pour l'action du levier durant tout le jeu.

Il ne reste plus qu'à faire voir comment tous ces différens mouvemens ont servi à produire l'effet qu'on s'est proposé dans cet automate, en les comparant avec ceux d'une personne vivante.

Est-il question de lui faire tirer du son de sa flûte et de former le premier ton, qui est le *ré* d'en bas ? On commence d'abord à disposer l'embouchure ; pour cet effet, on place sur le cylindre une lame dessous le levier qui répond aux parties de la bouche, servant à augmenter l'ouverture que font les lèvres ; secondement, on place une lame sous le levier qui sert à faire reculer ces mêmes lèvres ; troisièmement, on place une lame sous le levier qui ouvre la soupape du réservoir du vent qui vient des petits soufflets qui ne sont point chargés ; on place en dernier lieu une lame sous le levier qui fait mouvoir la languette pour donner le coup de langue ; de façon que ces lames venant à toucher dans le même temps les quatre leviers qui servent à produire les susdites opérations, la flûte formera le *ré* d'en bas.

Par l'action du levier qui sert à augmenter l'ouverture des lèvres, on imite l'action de l'homme vivant, qui est obligé de l'augmenter dans les tons bas. Par le levier qui sert à faire reculer les lèvres, on imite l'action de l'homme, qui les éloigne du trou de la flûte en la tournant en dehors. Par le lévier qui donne le vent provenant des soufflets, qui ne sont chargés que de leur simple panneau, on imite le vent

foible que l'homme donne alors, vent qui n'est pareillement poussé hors de son réservoir que par une légère compression des muscles de la poitrine. Par le levier qui sert à faire mouvoir la languette en débouchant le trou que forment les lèvres pour laisser passer le vent, on imite le monvement que fait aussi la langue de l'homme en se retirant du trou pour donner passage au vent, et par ce moyen lui faire articuler une telle note. Il résultera donc de ces quatre opérations différentes, qu'en donnant un vent foible et le faisant passer par une issue large dans toute la grandeur du trou de la flûte, son retour produira des vibrations lentes qui seront obligées de se continuer dans toutes les particules du corps de la flûte, puisque tous les trous se trouveront bouchés, et conséquemment la flûte donnera un ton bas; c'est ce que l'expérience confirme.

Veut-on lui faire donner le ton au-dessus, savoir le *mi*? aux quatre premières opérations pour le *ré*, on en ajoute une cinquième, on place une lame sous le levier qui fait lever le troisième doigt de la main droite pour déboucher le sixième trou de la flûte, et on fait approcher tant soit peu les lèvres du trou de la flûte, en baissant un peu la lame du cylindre qui tenoit le levier élevé pour la première note, savoir le *ré*. Ainsi donnant plutôt aux vibrations une issue, en débouchant le premier trou du bout, la flûte doit souner un ton au dessus; ce qui est aussi conforme à l'expérience.

Toutes ces opérations se continuant à peu près les mêmes dans les tons de la première octave, où le mouvement suffit pour les former tous; c'est la différente ouverture des trous, par la levée des doigts, qui les caractérise. On est seulement obligé de placer sur le cylindre des lames sous les leviers, qui doivent lever les doigts pour former tel ou tel ton.

Pour avoir les tons de la seconde octave, il faut changer l'embouchure de situation, c'est-à-dire placer une lame dessous le levier qui contribue à faire avancer les lèvres au-delà du diamètre du trou de la flûte, et imiter par-là l'action de l'homme vivant, qui en pareil cas tourne la flûte un peu en dedans. Secondement, il faut placer une lame sous le levier qui, en faisant rapprocher les deux lèvres, diminue leur ouverture; opération que fait pareillement l'homme quand il serre les lèvres pour donner une moindre issue au vent. Troisièmement, il faut placer une lame sous le levier qui fait ouvrir la soupape du réservoir, qui contient le vent provenant des soufflets chargés du poids de deux livres, vent qui se trouve poussé avec plus de force, et semblable à celui que l'homme vivant pousse par une plus forte compression des muscles pectoraux. De plus, on place des lames sous les leviers nécessaires pour faire lever les doigts qu'il faut. Il s'en suivra de toutes ces différentes opérations, qu'un vent employé avec plus de force et passant par une issue plus petite, redoublera de vitesse, et produira parconséquent les vibrations doubles; et ce sera l'octave.

A mesure qu'on monte dans les tons supérieurs de cette seconde octave, il faut de plus en plus serrer les lèvres, pour que le vent, dans un même temps, augmente de vitesse.

Dans les tons de la troisième octave, les mêmes leviers qui vont à la bouche, agissent comme dans ceux

de la seconde, avec cette différence que les lames sont un peu plus élevées, ce qui fait que les lèvres vont tout à fait sur le bord du trou de la flûte, et que le tron qu'elles ferment devient extrêmement petit. On ajoute seulement une lame sous le levier qui fait ouvrir la soupape, pour donner le vent qui vient des soufflets les plus chargés; savoir du poids de quatre livres. Par conséquent, le vent ponssé avec une plus forte compression, et trouvant une issue encore plus petite, augmentera de vitesse en raison triple: on aura donc la triple octave.

Il se trouve des tons dans toutes ces différentes octaves, plus difficiles à rendre les uns que les autres; on est pour lors obligé de les ajuster, en plaçant les lèvres sur une plus grande ou une plus petite corde du trou de la flûte, en donnant un vent plus ou moins fort, ce que fait l'homme dans les mêmes tons où il est obligé de ménager souvent, et de tourner la flûte plus ou moins en dedans ou en dehors.

On conçoit facilement que toutes les lames placées sur le cylindre, sont plus ou moins longues, suivant le temps que doit avoir chaque note, et suivant la différente situation où doivent se trouver les doigts pour les fermer. Nous n'entrerons pas à ce sujet dans de longs détails; nous ferons remarquer seulement que dans les enflemens de son, il a fallu, pendant le temps de la même note, substituer imperceptiblement un vent foible à un vent fort, et à un plus fort un plus foible, et varier conjointement les mouvemens des lèvres, c'est à dire, les mettre dans leur situation propre pour chaque vent.

Lorsqu'il a fallu faire le doux, c'est-à-dire, imiter un écho, on a été obligé de faire avancer les lèvres sur le bord du trou de la flûte, et envoyer un vent suffisant pour former un tel ton, mais dont le retour, par une issue aussi petite qu'est celle de son entrée dans la flûte, ne peut frapper qu'une petite quantité d'air extérieur; ce qui produit, comme on l'a dit ci-dessus, ce qu'on appelle *écho*.

Les différens airs de lenteur et de mouvement ont été mesurés sur le cylindre par le moyen d'un levier, dont une extrémité armée d'une pointe, pouvoit, lorsqu'on frappoit dessus, marquer ce même cylindre. A l'autre bras du levier étoit un ressort qui faisoit promptement relever la pointe; ou lachoit le mouvement qui faisoit tourner le cylindre avec une vitesse déterminée pour tous les cuirs: dans le même temps une personne jouoit sur la flûte, l'air qu'on vouloit mesurer; un autre battoit la mesure sur le bout du levier qui pointoit le cylindre, et la distance qui se trouvoit entre les points étoit la vraie mesure des airs qu'on vouloit noter; on subdivisoit ensuite les intervalles en autant de parties que la mesure avoit de temps.

ANDROMÈDE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, qui est située au-dessous du Pégase, près de Cassiopée et de Persée. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. Il y a à la tête d'*Andromède* une belle étoile de la seconde grandeur, qui forme un grand carré, avec trois autres belles étoiles de la constellation de Pégase.

ANÉMOMÈTRE. Machine qui sert à marquer la direction, la durée et la

vitesse, ou relative, ou absolue, du vent.

Une *girouette*, telle que celles qui sont situées sur les clochers et au sommet des édifices, est un véritable *anémomètre*. Il est simple, mais il est imparfait. Il marque, il est vrai, la durée et la direction du vent; mais il ne peut servir à mesurer sa vitesse; il est d'ailleurs incommode, en ce que la plupart des personnes qui veulent le consulter sont forcées de sortir de leur appartement.

Pour faire disparoître cet inconvénient, au lieu de faire tourner la girouette sur sa tige, on l'y attache d'une manière fixe, de façon qu'elle la fasse tourner avec elle. Cette tige qui traverse le toit, et dont l'extrémité inférieure répond, si l'on veut, dans un appartement, est garnie par le bas d'un pignou qui engrène un second pignon, ou une roue dentée; et cette roue dentée porte une aiguille qui marque les vents, sur un cadran tracé sur le plafond de la pièce où l'on veut observer. Si l'on trouve plus commode que le cadran soit vertical, il faut mettre au bas de la tige de la girouette, une roue horizontale, à laquelle la partie inférieure de la tige servira d'arbre, et dont les dents ou chevilles seront parallèles à l'axe. Cette roue engrènera une autre roue placée verticalement, et dont l'axe traversera le mur de l'appartement, et portera une aiguille qui marquera les vents, sur le cadran tracé sur le mur. On conçoit maintenant que la girouette, étant fixée à la tige qui porte la roue horizontale, ne peut faire un tour entier, sans en faire faire autant à cette roue. La roue verticale, qu'on suppose avoir le même nombre de dents ou chevilles que la roue horizontale qu'elle engrène, fera aussi dans le même temps un tour entier, et en fera faire autant à l'aiguille qui est portée sur son axe, de manière que dans le temps que la girouette passera par tous les points de l'horizon, l'aiguille parcourra tous les points de la circonférence du cadran. La machine étant une fois bien orientée, si la girouette est bien mobile, on sera averti avec exactitude de toutes les variations des vents dans leur direction et leur durée, et cela sans avoir besoin de sortir de son appartement.

Parmi les différens anémomètres qui ont été imaginés par différens physiciens, le plus ingénieux et le plus complet, est celui dont le Recueil des Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1734, page 123, renferme la description. Cet instrument marque, non seulement la direction, la durée, et la vitesse relative de chaque vent; mais il tient, en quelque sorte, pour l'observateur absent, registre des différentes variations qu'ont éprouvées la vitesse et la direction du vent. Il marque avec exactitude l'heure à laquelle ces variations sont survenues, et la durée de chaque vent. (*Voyez* les *Recueils Académiques*, année 1734, page 123).

Les *Transactions philosophiques* renferment la description d'un anémomètre qui consiste en une plaque mobile sur le lymbe gradué d'un quart de cercle. Le vent est supposé souffler perpendiculairement contre cette plaque mobile, et sa force est indiquée par le nombre des degrés qu'il lui fait parcourir.

ANEMOSCOPE. Instrument qui indique les variations qu'éprouve le poids de l'air.

Il consiste en une petite figure de

bois ou d'émail qui monte ou descend dans un tube de verre scellé par un bout et ouvert par l'autre, suivant que l'air devient plus ou moins pesant, et montre ainsi avec le bout du doigt les différens degrés du poids de l'air indiqués par des points marqués sur le tube. Ce tube plonge par son extrémité ouverte dans un liquide, dont sa partie inférieure est remplie, et sur laquelle la petite figure est soutenue. L'air pèse sur la surface du liquide qui entoure l'extrémité inférieure du tube, et détermine son élévation ou sa dépression dans ce tube, suivant que son poids augmente ou diminue. Il est visible que cet instrument, ainsi conçu, n'est dans le fond qu'un baromètre. (*Voy.* Baromètre).

Suivant *Ozanam*, l'anémoscope est un instrument qui a pour objet d'indiquer la direction du vent, et cela au moyen d'une aiguille mobile, sur un cadran sur lequel les noms des vents sont marqués, de même que sur une rose de vent. (*Voy.* Rose de vent). Cette aiguille est mise en mouvement par une girouette, fixée à l'extrémité supérieure d'une tige de fer, placée perpendiculairement à l'horizon, et dont l'extrémité qui porte la girouette, passe au-dessus du toit. D'après cette définition, l'*anémoscope* est un véritable *anémomètre*. (*Voy.* Anémomètre).

Enfin, suivant *Stone*, l'anémoscope sert à faire connoître les différens degrés d'humidité et de sécheresse; et alors il est clair que ce n'est autre chose qu'un hygromètre. (*Voy.* Hygromètre).

ANGLE PARALLACTIQUE. (*Voyez* Parallactique).

ANGLE D'INCIDENCE. Angle que forme la direction d'un mobile lancé sur un plan, avec la perpendiculaire menée sur ce plan, au point où le corps l'a touché.

ANGLE DE RÉFLEXION. Angle qui forme la direction d'un mobile qui rebondit après avoir touché un plan, avec la perpendiculaire menée sur le plan, au point où le mobile l'a touché.

ANGLE DE RÉFRACTION. Angle formé par la direction que suit un corps, après avoir passé obliquement d'un milieu dans un autre de différente densité, avec la perpendiculaire menée sur le plan qui sépare les deux milieux.

ANGLE OPTIQUE. Angle formé par les rayons de lumière qui, partant de deux objets différens, ou des extrémités du même objet, viennent se croiser dans la prunelle

ANIMALE (Chaleur). *Voy.* Chaleur animale.

ANNEAU DE SATURNE. Anneau mince qui environne Saturne, qui lui est concentrique, et qui est également distant de sa surface, dans tous ses points.

Galilée aperçut cet anneau en 1610; mais sa position par rapport à la terre, empêcha *Galilée* de reconnoître sa figure : il le prit pour deux corps qui accompagnoient Saturne, dont l'un étoit situé vers l'orient, et l'autre vers l'occident. Peu de temps après, il aperçut que ces deux corps étoient sujets à quelques variations; il remarqua qu'ils avoient diminué de grandeur apparente, et reconnut enfin, en 1612, qu'ils avoient entièrement cessé de paroître, en sorte qu'il n'aperçut que le globe de Saturne seul, et parfaitement rond. Après *Galilée*, plusieurs astronomes ont aussi

observé cet anneau; mais aucun, avant *Huyghens*, n'étoit parvenu à reconnoître sa véritable figure. Ce physicien prouva que ce qui causoit les apparences observées jusqu'à cette époque, étoit un anneau large et mince, qui environne Saturne, et qui en est séparé de toutes parts. Cet anneau, incliné d'environ 34 degrés au plan de l'écliptique, ne se présente jamais qu'obliquement à la terre, sous la forme d'une ellipse dont la largeur, lorsqu'elle est la plus grande, est à peu près la moitié de sa longueur; et alors son petit axe déborde le disque de la planète. L'ellipse se rétrécit de plus en plus, à mesure que le rayon visuel mené de Saturne à la terre, s'abaisse sur le plan de l'anneau, dont l'arc postérieur finit par se cacher derrière la planète. L'arc antérieur se confond avec elle; mais son ombre, projetée sur le disque de Saturne, y forme une bande obscure, que l'on observe dans de fortes lunettes, et qui prouve que Saturne et son anneau sont des corps opaques éclairés par le soleil. Alors on ne distingue plus que les parties de l'anneau qui s'étendent de chaque côté de Saturne; ces parties diminuent peu à peu de largeur; elles disparoissent enfin quand la terre, en vertu du mouvement de Saturne, est dans le plan de l'anneau, dont l'épaisseur est trop mince pour être aperçue. L'anneau disparoît encore, quand le soleil, venant à rencontrer son plan, n'éclaire que son épaisseur. Il continue d'être invisible, tant que son plan se trouve entre le soleil et la terre, et il ne reparoît que lorsque le soleil et la terre se trouvent du même côté de ce plan, en vertu des mouvemens respectifs de Saturne et du soleil.

La largeur apparente de l'*anneau* est à peu près égale à sa distance à la surface de Saturne : l'une et l'autre paroissent être le tiers du diamètre de cette planète; mais à cause de l'irradiation, la largeur réelle de l'anneau doit être plus petite. Sa surface n'est point continue; une bande noire la sépare en deux parties qui semblent former deux anneaux distincts; plusieurs bandes noires aperçues par quelques observateurs paroissent même indiquer un plus grand nombre d'anneaux.

ANNÉE. C'est le temps que la terre emploie à faire une révolution entière dans son orbite; et comme ce mouvement réel de la terre donne naissance au mouvement apparent du soleil, on peut dire que l'année est le temps que le soleil, dans son mouvement apparent, emploie à parcourir l'écliptique, ou les douze signes du zodiaque.

Ce temps n'a pas d'abord été mesuré avec une grande précision. Les Égyptiens ne l'évaluoient que 365 jours. Mais comme, tandis que la terre fait une révolution entière dans son orbite, elle fait sur son axe, relativement au soleil, 365 révolutions, et à peu près un quart, il s'ensuit que l'*année* se compose de 365 jours et environ six heures. On convint d'employer ces six heures excédentes, en faisant tous les quatre ans une année composée d'un jour de plus que les autres, de sorte que cette quatrième année est de 366 jours. (*Voyez* Année bissextile).

ANNÉE ANOMALISTIQUE. On a donné ce nom au temps qui s'écoule depuis le moment où le soleil est dans son apogée, jusqu'à celui où il y arrive de nouveau après une révolution

entière. Cette année est plus longue que l'*année tropique* de 26 minutes 35 secondes, parce qu'il faut ce temps au soleil pour parcourir les 65 secondes et demie, dont son apogée avance chaque année. Ainsi l'*année anomalistique* est de 365 jours 6 heures 15 minutes 20 secondes environ.

ANNÉE BISSEXTILE. Elle est composée de 366 jours. La terre emploie à parcourir son orbite 365 jours et environ 6 heures : de sorte qu'en formant les années de 365 jours chacune, il se trouve au bout de quatre ans quatre fois six heures, qui composent un jour qui n'a pas été employé. C'est ce jour excédant qui est ajouté à la quatrième année, qui est appelée *bissextile*.

ANNÉE LUNAIRE. Année composée tantôt de 12, tantôt de 13 mois lunaires. L'année lunaire est donc composée tantôt de 354 jours, tantôt de 384, et quelquefois de 383 seulement; savoir, lorsque le treizième mois ajouté n'est que de 29 jours.

ANNÉE SOLAIRE. C'est le temps que le soleil emploie, dans son mouvement apparent, à revenir à l'équinoxe du printemps.

ANNÉE SYDÉRALE. C'est le temps qui s'écoule depuis l'instant où le soleil est en conjonction avec une étoile, jusqu'à celui où il arrive de nouveau en conjonction avec la même étoile, après une révolution entière. Cette année est de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes et demie : elle surpasse l'*année solaire* de 20 minutes 25 secondes.

ANNÉE TROPIQUE. C'est la même chose que l'année solaire. (*Voy.* ANNÉE SOLAIRE).

ANOMALIE. Distance angulaire d'une planète à son aphélie ou à son apogée. (*Voyez* APHÉLIE et APOGÉE.) On distingue deux sortes d'*anomalie*, *l'anomalie vraie* et l'*anomalie moyenne*.

L'*anomalie vraie* est l'angle formé au foyer de l'ellipse par le rayon recteur et par la ligne des absides, ou bien c'est la portion de l'orbite d'une planète comprise entre son aphélie ou son apogée, et le vrai lieu où elle est.

L'*anomalie moyenne* est celle qui est proportionnelle au temps, c'est-à-dire qui augmente uniformément et également depuis l'aphélie jusqu'au périhélie. Ainsi une planète qui emploieroit un an à parcourir son orbite, et conséquemment six mois à en parcourir la moitié, auroit à la fin du premier mois 30 degrés d'anomalie moyenne, 60 degrés à la fin du second mois, et ainsi de suite, en augmentant toujours proportionnellement au temps.

ANOMALISTIQUE (Année.) *Voyez* ANNÉE ANOMALISTIQUE.

ANTARCTIQUE. Epithète que l'on donne à l'un des pôles du monde; savoir, à celui qui est opposé au *pôle arctique*. On l'appelle aussi *pôle sud*, ou *pôle méridional*, ou *pôle austral*. (*Voyez* PÔLES DU MONDE).

On donne aussi le nom d'*antarctique* à l'un des deux petits cercles de la sphère, parallèles à l'équateur, appelés *cercles polaires*; savoir, à celui de l'hémisphère austral, qui termine la zône glaciale et la zône tempérée. Ce cercle est distant de l'équateur de 66 degrés 30 minutes, et du pôle antarctique de 23 degrés 30 minutes.

ANTIMOINE. (*Voyez* MÉTAUX.)

ANTINOÜS. On a donné ce nom à une des constellations de la partie

septentrionale du ciel, et qui est située à côté de la Voie lactée, au dessous de l'Aigle, précisément sur l'équateur. C'est une des deux constellations que *Tichobrahé* a ajoutées aux vingt-une constellations septentrionales formées par *Ptolémée*. Elle est composée des étoiles qui sont au dessous et près de l'Aigle.

ANTIPODES. On appelle ainsi les habitans des pays diamétralement opposés les uns aux autres; c'est-à-dire que les uns ont leur zénith là où se trouve le nadir des autres. (*Voyez* les mots ZÉNITH, NADIR.) Ces peuples ont la même latitude (*voyez* LATITUDE); mais celle des uns est boréale, tandis que celle des autres est australe, à moins qu'ils ne soient situés précisément sous l'équateur. Leur longitude diffère de 180 degrés. C'est pourquoi quand il est midi pour les uns, il est minuit pour les autres. Si les uns ont les longs jours, les autres ont les longues nuits; leurs saisons sont pareillement opposées; ils éprouvent à peu près le même degré de chaud et de froid. J'ai dit à peu près: car il y a bien des circonstances particulières qui peuvent modifier l'action de la chaleur solaire, et qui font souvent que des peuples situés sous des climats semblables, ne jouissent pourtant pas de la même température. Ces circonstances sont en général la position des montagnes, le voisinage ou l'éloignement de la mer, les vents, etc. D'ailleurs le soleil est sensiblement plus distant de la terre au mois de juin, qu'il ne l'est au mois de décembre: d'où il résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, notre été en France doit être moins chaud, et notre hiver moins froid que celui de nos Antipodes. Aussi trouve-t-on de la glace dans les mers de l'hémisphère austral, à une distance beaucoup moindre de l'équateur, que dans l'hémisphère boréal.

APHÉLIE. C'est le point de l'orbite d'une planette, dans lequel elle se trouve à sa plus grande distance du soleil.

Puisque les planettes décrivent dans leur mouvement des ellipses dont le soleil occupe un des foyers, il est clair que leur aphélie est à l'extrémité du grand axe, la plus éloignée du foyer qu'occupe le soleil; en suivant le cours des planettes dans leurs orbites, on voit qu'elles sont à leur plus petite distance du soleil lorsqu'elles se trouvent à l'extrémité du grand axe, opposée à l'aphélie. Ce point se nomme périhélie. (*Voy.* PÉRIHÉLIE.). Elles sont à leur distance moyenne, lorsqu'elles se trouvent aux extrémités du petit axe.

La position de ce point est sujette à des variations, qui jusqu'à présent semblent croître comme les temps. Ces variations, ne devenant bien sensibles que par la suite des siècles, ont été nommées inégalités séculaires. On ne peut douter de leur existence; mais les observations modernes ne sont point assez éloignées; et l'on ne peut point assez compter sur l'exactitude des observations anciennes, pour les fixer avec précision.

Képler et *La Hire* ont cherché à déterminer le mouvement de l'aphélie. Voici leurs résultats.

Table du mouvement de l'aphélie des planettes, selon Képler.

Noms des planettes.	*Minutes.*	*Secondes.*
Saturne... ♄	1	10
Jupiter.... ♃	0	47
Mars..... ♂	1	7
Vénus..... ♀	1	26
Mercure... ☿	1	39

Table du mouvement de l'aphélie des planettes, par La Hire.

Noms des planettes.	*Minutes.*	*Secondes.*
Saturne... ♄	1	22
Jupiter... ♃	1	34
Mars..... ♂	1	7
Vénus.... ♀	1	26
Mercure.. ☿	1	39

Képler et *La Hire* ont aussi cherché à déterminer le lieu de l'aphélie des planètes.

Le premier a trouvé que l'aphélie de Saturne étoit à 28° 31′ 44″ du Sagittaire; celle de Jupiter, à 8° 1u′ 40″ de la Balance; celle de Mars, à 0° 51′ 29″ de la Vierge; celle de Vénus, à 3° 24′ 27″ du Verseau; et celle de Mercure, à 25° 44′ 29″ du sagittaire.

Le second, au contraire, a trouvé que l'aphélie de Saturne étoit à 29° 14′ 41″ du Sagittaire; celle de Jupiter, à 10° 17′ 14″ de la Balance; celle de Mars, à 0° 35′ 25″ de la Vierge; celle de Vénus, à 6° 56′ 1u″ du Verseau; et celle de Mercure, à 13° 3′ 14″ du Sagittaire.

Cassini fixa en 1750 le lieu de l'aphélie et le moyen mouvement annuel, ainsi qu'il suit.

Tableau du lieu de l'aphélie des planètes pour 1750, *et de son moyen mouvement annuel.*

Noms des lieux de l'aphélie.				*Mouv. annuel.*		
Planètes.	Sig.	Deg.	M.	Sec.	M. S.	T.
Mercure,	8	13	41	18	1 20	47
Vénus. .	10	7	38	0	1 26	0
Mars...	5	1	36	9	1 11	47 ½
Jupiter,	6	10	14	33	0 57	24
Saturne,	8	29	13	31	1 18	0

Quant à l'aphélie de la terre, il est à 9 signes 8° et environ 50′; mais son moyen mouvement n'est pas bien déterminé : plusieurs astronomes ont trouvé que ce mouvement étoit alternativement plus grand et plus petit que 5u″.

APOGÉE. C'est le point de l'orbite d'un astre dans lequel il se trouve à sa plus grande distance de la terre. Ainsi l'apogée de la lune qui décrit une ellipse, dont la terre occupe un foyer, est l'extrémité du grand axe la plus éloignée du foyer qu'occupe la terre. L'apogée du soleil est à l'aphélie de la terre, puisqu'à ce point la terre est à sa plus grande distance du soleil, réciproquement le soleil est à sa plus grande distance de la terre.

Les planètes ont aussi leur apogée; les planètes supérieures, Mars, Cérès, Pallas, Junon, Jupiter, Saturne et Uranus sont à leur apogée quand elles sont en conjonction.

Les planètes inférieures, Mercure et Vénus, sont à leur apogée dans leur conjonction supérieure.

Il y a aussi un point où les astres sont à leur plus petite distance de la terre; ce point se nomme périgée. (*Voyez* Périgée.)

On a cherché à calculer les apogées et les périgées pour cinq planètes; voici les résultats, la lieue de 2283 toises étant prise pour unité.

Table des distances apogées et périgées.

Noms.	*Apogées.*	*Périgées.*
Mercure..	51574163	17949197
Vénus....	60667123	8856237
Mars.....	93239165	12692883
Jupiter...	224859747	136729857
Saturne...	385880020	277377700

APOJOVE. C'est le point de l'orbite de chaque satellite de Jupiter,

dans lequel il se trouve le plus éloigné de cette planète.

Les satellites de Jupiter sont à leur apojove quand ils sont à l'extrémité du grand axe de leur orbite la plus éloignée du foyer qu'occupe Jupiter, puisqu'ils décrivent autour de cette planète des ellipses, comme les planètes en décrivent autour du soleil.

APPAREIL. On entend par ce mot une collection d'instrumens nécessaires pour faire sur un objet déterminé une suite d'expériences.

APPAREIL HYDRARGYRO-PNEUMATIQUE. Il est principalement composé d'une cuve pleine de mercure et de récipiens remplis du même fluide, qui reposent sur l'orifice de la tablette de la cuve. Cet appareil est destiné à recueillir les fluides aériformes que l'eau a la propriété de dissoudre. (*Voyez* le mot CUVE HIDRARGYRO-PNEUMATIQUE.)

APPAREIL PNEUMATO-CHIMIQUE. Il est composé d'une cuve pleine d'eau, et de récipiens remplis du même liquide, qui reposent sur l'orifice de la tablette de la cuve. Cet appareil est destiné à recueillir les fluides aériformes qui ne sont pas solubles dans l'eau. (*V.* CUVE PNEUMATO-CHIMIQUE).

APPAREIL DE WOULF. Il consiste principalement à adapter l'extrémité d'un tube creux et recourbé à la tubulure d'un récipient, tandis que l'autre bout plonge dans l'eau d'un flacon à moitié plein d'eau, qu'on place à côté. De la partie vide de ce même flacon part un second tube qui va se rendre dans l'eau d'un second flacon. On peut en ajouter plusieurs, en suivant la même marche, et en prenant la précaution de laisser le dernier ouvert, pour donner aux vapeurs une issue libre et facile. On lutte les jointures de l'appareil avec un lut qu'on prépare en mêlant un peu de chaux vive, très-divisée, au blanc d'œuf. On bat ce mélange pour faciliter la combinaison, et on le porte promptement sur des morceaux de vieux linge qu'on applique sur les jointures.

APPARENT (Lieu). *Voy.* LIEU APPARENT.

APPARENT (Mouvement). *Voy.* MOUVEMENT APPARENT.

APPARENTE (Distance). *Voy.* DISTANCE APPARENTE.

APPARENTE (Grandeur). *Voy.* GRANDEUR APPARENTE.

APPUI (Point d'). *Voyez* POINT D'APPUI.

APSIDES ou ABSIDES. Ce sont les points de l'orbite d'une planète, où elle se trouve à sa plus grande et à sa plus petite distance du soleil, et qui conséquemment déterminent son aphélie et son périhélie. La ligne qui joint ces points se nomme *ligne des apsides*. C'est le grand axe de l'orbite.

APSIDES (Ligne des). *Voyez* LIGNE DES APSIDES.

AQUEDUC. Canal creusé par l'art, soit en terre, soit dans un lieu élevé, pour conduire l'eau d'un lieu en un autre, suivant son niveau de pente, nonobstant l'inégalité du terrain.

Les plus grands et les plus beaux aqueducs, dont l'existence nous est connue, ont été l'ouvrage des Romains. *Montfaucon* a donné, dans son *Antiquité expliquée*, tome 4, planche 128, la description et la coupe de ces ouvrages hydrauliques. L'*aqueduc* de l'*Aqua Martia* y occupe le premier rang. Il étoit composé de trois différentes sortes de pierres, l'une rougeâtre, l'autre brune

et l'autre couleur de terre. On voit en haut deux canaux dont le plus élevé contenoit de l'eau nouvelle de *Teveson*, et celui au-dessous servoit à conduire de l'eau appelée *Naudienne*. Cet édifice a soixante-dix pieds romains de hauteur. A côté de cet aqueduc, *Montfaucon* expose la coupe d'un autre à trois canaux : le canal supérieur contenoit l'eau *Julia*; celui du milieu, l'eau *Tepula*, et l'inférieur l'eau *Martia*. Ces bâtimens, ainsi que les aqueducs de Drusus, de Rimini, de Carthage, sont entièrement détruits. On peut voir les restes de quelques-uns de ces ouvrages dans les planches de l'*Essai historique d'architecture de Fischer*. Mais les aqueducs les plus considérables de tous ceux qui ont été construits par les Romains, sont sans contredit ceux dont *Jules Frontin*, consul, avoit la direction sous l'empereur *Nerva*. Ils étoient au nombre de neuf, et avoient 13594 tuyaux d'un pouce (27 millimètres) de diamètre, par le moyen desquels il entroit, suivant *Vigerme*, dans l'espace de 24 heures, plus de 500,000 muids d'eau dans Rome.

Metz renfermoit dans son enceinte un aqueduc qui a laissé après lui des traces plus profondes de son existence. On voit encore un grand nombre de ses arcades, qui traversoient la Moselle, rivière grande et large en cet endroit. Les sources abondantes de Gorze lui fournissoient l'eau. Ces eaux étoient reçues dans un réservoir, d'où elles étoient conduites par des canaux souterrains, faits de pierre de taille, et si spacieux qu'un homme y pouvoit marcher de bout : de là elles passoient la Moselle sur ces hautes et superbes arcades qu'on voit encore à deux lieues de Metz.

L'aqueduc de Ségovie, en Espagne, est encore en meilleur état que celui de Metz. Il en reste plus de cent cinquante arcades toutes formées de grandes pierres sans ciment. Les arcades, avec le reste de l'édifice, ont cent pieds (33 mètres) de haut. Il y a deux rangs d'arcades l'un sur l'autre. L'aqueduc traverse la ville, et passe par dessus la plus grande partie des maisons.

L'aqueduc que *Louis le Grand* a fait bâtir proche Maintenon, pour porter les eaux de la rivière de Bucq à Versailles, est peut-être le plus grand qui ait jamais existé. Il a trente-cinq mille pieds (11351 mètres) de long et deux cent quarante-deux arcades. Les aqueducs d'Arcueil et de Marly, quoique moins considérables, sont encore dignes d'attention. Les bâtimens sont construits à travers les vallées et les fondrières, et composés de trumeaux et d'arcades.

Lorsqu'un *aqueduc* n'a qu'un rang d'arcades, on l'appelle *simple*; il est dit *double* ou *triple*, lorsqu'il en a deux ou trois rangs. Tel est le pont du Gard, dans la partie méridionale de la France, et l'*aqueduc* de Bellegrade, à trois ou quatre lieues de Constantinople, qui fournit de l'eau à cette grande ville.

Un *aqueduc* est encore dit *double* ou *triple*, lorsqu'il a deux ou trois conduits sur une même ligne, les uns au-dessus des autres. Tel est celui qui, suivant *Procope*, fut bâti par *Cosroès*, roi de Perse, pour la ville de Pétrée en Mingrelie, afin que le cours de l'eau ne fût pas si facilement coupé à cette ville, en cas de siége.

Les Romains n'ont pas montré moin

de grandeur et de magnificence dans la construction des aqueducs souterrains, que dans celle des aqueducs élevés. On compte, au nombre de ses merveilles, les cloaques de Rome, sous ses *aqueducs souterrains*. Ils s'étendoient sous toute la ville, et se divisoient en plusieurs branches qui se déchargeoient dans la rivière. C'étoit de grandes et hautes voûtes, solidement bâties, sous lesquelles on alloit en batean. Il sembloit, comme l'a dit *Pline*, que la ville étoit suspendue en l'air, et qu'on naviguoit sous les maisons. A côté de ces voûtes, chargées du pavé des rues, il y avoit des passages où des charrettes pleines de foin pouvoient aller. Il y avoit d'espace en espace des trous par lesquels les immondices de la ville étoient précipitées dans l'*aqueduc*, ainsi que la quantité immense d'eau qui venoit des rues. Des ruisseaux qu'on y faisoit arriver, rejettant promptement ces ordures dans la rivière, ne leur permettoient pas de croupir dans l'aqueduc.

Il existe en France des aqueducs souterrains qui n'ont pas une origine très-ancienne. Un des principaux est celui qui est construit sous le canal qui s'étend depuis Agde jusqu'à Toulouse. Il a cinq pieds (1 mètre, 60 centim.) de hauteur sous clé. Son fond est fait en voûte renversée, pour empecher que la vase ne s'y dépose, et qu'elle ne s'arrête dans le fond du puisard. L'entrée de l'aqueduc est élevée de six pieds (1 mètre 90 cent.) au-dessus du même fond, pour qu'il n'y ait que les eaux de superficie qui puissent y passer, et que trouvant cette entrée disposée en plan incliné, elles se précipitent plus aisément vers sa sortie. *Belidor* a donné dans son *Architecture hydraulique*, 2e. partie, tome 2, liv. 4, chap. 9, la description et le développement de cet aqueduc, dans des planches qui sont nécessaires pour présenter avec détail la construction de cet ouvrage hydraulique.

Lorsqu'on veut connoître la quantité d'eau que fournit un aqueduc, il faut mesurer; 1°. la vitesse de l'eau; 2°. la largeur de l'aqueduc; 3°. la hauteur de l'eau dans l'aqueduc. Le produit de ces trois élémens donne le solide d'eau qui passe dans un aqueduc pendant un temps déterminé. Il est toujours facile de mesurer la largeur d'un aqueduc, ainsi que la hauteur de l'eau dans cet aqueduc. Pour mesurer sa vitesse (*Voy.* l'article Écoulement des liquides.)

AQUEUSE (Humeur). *Voyez* Humeur aqueuse.

ARC ANIMAL. On a donné ce nom à la partie du cercle galvanique, qui est composée des organes d'un animal. (*Voyez* Cercle galvanique).

ARC D'ÉLÉVATION DU POLE. On appelle ainsi la portion du méridien qui renferme les degrés compris depuis le pôle jusqu'à l'horizon : plus cet arc est grand, plus l'élévation du pôle est grande. Mesuré à Paris, cet arc contient 48 degrés 51 minutes.

ARC DE L'ÉQUATEUR. Partie de l'équateur interceptée par les méridiens de deux lieux; c'est sur cet arc que l'on détermine la différence de la longitude d'un lieu à un autre.

ARC DIURNE. On appelle ainsi la partie de la circonférence de tout cercle parallèle à l'équateur, qui se trouve au dessus de l'horizon.

ARC-EN-CIEL ou IRIS. Arc brillant, ordinairement simple, quelquefois double, très-rarement triple,

qui se montre dans l'atmosphère, et qui présente les sept couleurs primitives dont un rayon solaire se compose.

Pour que cet arc soit visible, il faut que le spectateur, situé entre le soleil et des gouttes d'eau suspendues dans l'atmosphère, tourne le dos au soleil, et que derrière les gouttes d'eau il y ait une nuée obscure. Ces circonstances font voir que l'iris est formée par les rayons que les gouttes d'eau nous renvoient après les avoir décomposés; le nuage qui est derrière ne servant qu'à faire ressortir davantage les couleurs; mais le fluide lumineux ne se décompose pas en se réfléchissant sur une goutte d'eau, elle ne le fait qu'en s'y réfractant; c'est donc la réfraction qui produit le phénomène. Ce résultat avoit été aperçu avant l'année 1661 par *Antonio de Dominis*, comme on le voit dans son traité *De radiis visus et lucis*, mais il étoit dû à *Neuton* de le confirmer en y appliquant la véritable théorie des couleurs.

Nous parviendrons à l'explication qu'il en donne en examinant ce qui arrive à un rayon lumineux et homogène AB (*pl.* 1, *fig.* 4), qui tombe sur une goutte d'eau parfaitement sphérique BNHF; une partie de ce rayon entre dans la goutte en s'approchant de la perpendiculaire BC suivant BD; parvenu en D, il se décompose en deux parties, dont l'une DE sort en s'éloignant de la normale CD, l'autre est réfléchie selon DF, en faisant un angle de réflexion FDC, égal à l'angle d'incidence CDB; le rayon rencontre donc une seconde fois la surface de la goutte en F, et là il en sort une partie suivant FG, l'autre est réfléchie de nouveau vers H; où il en sort encore une portion suivant HI; l'autre qui se réfléchit est tellement affoiblie par tant de réflexions et de réfractions, qu'elle n'en produit plus de sensibles. Nous ne nous occuperons pas ici du rayon DE, qui sort sans avoir été réfléchi, il ne peut venir à l'œil qu'autant qu'on regarde du côté du soleil, et la clarté de cet astre empêche de le distinguer.

Supposons maintenant que plusieurs rayons partent du même point, par exemple du centre du soleil, et que nous pouvons regarder comme parallèles, et tombent sur une goutte de pluie; ils cessent d'être parallèles en y entrant, et chaque réflexion les fait diverger davantage. Cette dispersion diminue de plus en plus leur intensité, et les empêche d'être aperçus à une certaine distance. Mais si les rayons les plus voisins sortent parallèles, ceux qui n'en sont pas éloignés divergeant très-peu, ils ne souffrent pas une grande diminution à raison de la distance, et l'on peut les apercevoir; nous les nommerons pour cela rayons efficaces.

On peut, au moyen d'un calcul très-simple que nous donnerons à la fin de cet article, déterminer l'angle que les rayons émergens doivent faire avec les rayons incidens pour être efficaces; si dans les résultats que nous obtiendrons on suppose que le rapport des sinus d'incidence et de réfraction soit 108 à 81, ce qui a lieu pour les rayons rouges, et ensuite 109 à 81 pour les rayons violets, on trouvera que l'angle cherché est 42° 2′ pour les premiers, et 40° 17′ pour les derniers, lorsque l'un et l'autre sortent après une seule réflexion. Si au contraire ils en ont subi deux, ces angles seront 50° 57′ pour les rayons rouges et 54° 7′ pour les violets.

Supposons, d'après cela, un observateur placé en O (*pl.* 1, *fig* 5), qui a le soleil derrière lui, et devant un endroit où il tombe de la pluie, dont on voit quelques gouttes en *e*, E, *b*, B, sur lesquelles tombent les rayons parallèles *de*, DE, *ab*, AB. Chacun d'eux est composé de sept rayons hétérogènes qui se séparent en entrant dans la goutte à cause de la différence de leurs réfrangibilités, et qui se comportent ensuite comme nous l'avons dit plus haut.

Menons maintenant par le point O la ligne OF parallèle aux rayons du soleil, et faisons l'angle FOE de 42° 2′; la ligne OE rencontrant une goutte de pluie E, fera avec DE l'angle OED = FOE = 42° 2′, donc les rayons rouges qui frappent la goutte suivant DE, sortiront efficaces suivant OE, après une seule réflexion, et par conséquent le spectateur les rapportera en E.

Si l'on fait tourner la ligne OE autour de OF, de manière que l'angle FOE soit toujours le même, elle décrira la surface d'un cône; mais ce que nous venons de dire s'applique également à toutes les positions de la ligne OE, donc si les gouttes sont disposées suivant la surface de ce cône, on verra un arc de cercle rouge. Par la même raison, si l'on prend l'angle FO*e* égal à 40° 17′, et qu'on fasse tourner O*e* autour de OF, son extrémité décrira un arc de cercle qui nous paroîtra violet. Le rouge et le violet sont les deux couleurs extrêmes; les autres se trouveront entre E et *e*, suivant l'ordre de leur réfrangibilité, de sorte que les couleurs de ce premier arc seront rouge, oranger, jaune, verd, bleu, indigo et violet.

Ce qui précède s'applique également aux rayons qui sortent après deux réflexions; si donc l'on fait l'angle FOB de 54° 7′, et l'angle FO*b* de 50° 57′, on verra en B les rayons violets, et en *b* les rayons rouges; les couleurs intermédiaires seront d'ailleurs rangées entre B et *b*, selon leur degré de réfrangibilité, c'est-à-dire dans l'ordre suivant : violet, indigo, bleu, verd, jaune, oranger et rouge. On voit que dans ce second arc, l'ordre des couleurs est renversé, elles sont d'ailleurs beaucoup plus foibles que dans le premier, parce que les rayons émergens ont subi une réflexion et une réfraction de plus; aussi ne voit-on ce second arc que très-rarement et lorsqu'il se trouve derrière un nuage extrêmement épais.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le centre seul du soleil, mais chaque point de cet astre lance des rayons qui produisent le même effet; et comme son diamètre apparent est de 32′, il s'ensuit que pour les autres points de sa surface les rayons incidens, et parconséquent les rayons efficaces, varient de 16 minutes au-dessus et au-dessous de la position que nous leur avons assignée; la largeur de chaque couleur de l'arc-en-ciel se trouve donc de 32 minutes. Dans notre première hypothèse, la largeur de chaque arc étoit la distance du cercle rouge au cercle violet, c'est-à-dire 1° 45′ pour le premier, et 3° 10′ pour le second; il faut maintenant ajouter 32 minutes, ce qui donne, pour les deux largeurs, 2° 17′ et 3° 42′.

Newton a vérifié ce résultat en mesurant l'arc intérieur avec des instrumens exacts, et il a trouvé sa largeur de 2° 10′; la différence de 7 minutes qui se trouve entre l'expé-

rience et la théorie, vient sûrement de ce que les couleurs sont très-foibles sur les bords de l'arc, ensorte qu'on ne peut les apercevoir. On voit aussi que les couleurs de l'iris doivent être un peu confuses; car pour qu'elles fussent séparées, il faudroit que l'arc eût au moins sept fois 32′ ou 3° 44′ de largeur, tandis qu'il n'a que 2° 17′; mais il n'en est pas de même du grand arc qui a 3° 42′ de largeur.

Il suit de ce que nous venons d'exposer, que l'arc-en-ciel a toujours la même largeur, et qu'il forme une portion de cercle plus ou moins grande, selon la partie de la surface conique qui se trouve au-dessus de la terre. Si par exemple le spectateur est à l'horizon au moment où le soleil se lève, l'axe du cône se trouvera dans le même plan, de sorte que les deux arcs ont la forme d'un demi-cercle; à mesure que le soleil s'élève, l'axe s'enfonce sous l'horizon, et l'arc diminue de plus en plus; lorsqu'enfin il est élevé de 42° 2′, la surface du cône, formé par les rayons rouges du petit arc, devient tangente à l'horizon, et il cesse entièrement d'être visible. Il en est de même du grand arc, lorsque le soleil est élevé de 54° 7′.

Ce qui précède donne l'explication facile de quelques phénomènes, dont nous allons offrir le tableau.

1°. L'arc-en-ciel n'est jamais plus grand qu'un demi-cercle pour l'observateur placé sur la surface de la terre; cependant si l'on est sur une haute montagne, le soleil étant à l'horizon ou un peu au-dessous, l'axe du cône est fort élevé au-dessus de ce plan, et l'on voit plus d'un demi-cercle; on peut même voir un cercle entier si l'on est très-élevé, et que la pluie soit près de l'observateur.

2°. L'arc-en-ciel change de situation en même temps que le spectateur; car les rayons colorés font toujours le même angle avec une ligne menée de l'œil au centre du soleil; mais celle-ci se meut parallèlement à elle-même: donc les rayons se meuvent aussi de la même manière, et par conséquent ils conservent toujours la même position, relativement au spectateur. Il suit aussi de là que chaque personne voit un arc-en-ciel différent.

3°. L'arc-en-ciel ne paroissant que dans les endroits où il pleut, si la pluie est interrompue, il en sera de même de l'arc; c'est pour la même raison que ses jambes ne vont pas toujours jusqu'à terre.

4°. On voit quelquefois, quoique très-rarement, un troisième arc concentrique aux deux autres; mais ses couleurs sont très-foibles, parce que les rayons qui le forment, ont subi trois réflexions et trois réfractions.

5°. Les rayons du soleil qui tombent sur un lac spacieux, se réfléchissent vers les nuées; si alors on se trouve dans les circonstances que nous avons exposées, on y voit un arc-en-ciel. Il sera facile à ceux qui ont compris la démonstration précedente, de voir que les couleurs doivent en être renversées.

6°. Un jet-d'eau qui retombe en pluie fine, ou une nappe dont l'eau est très-divisée à cause de la hauteur dont elle tombe, présente souvent le phénomène de l'arc-en-ciel, à l'observateur qui la regarde, en tournant le dos au soleil. L'arc-en-ciel se forme aussi quelquefois sur la rosée des prairies, ou même sur les vagues de la mer; il est clair qu'il faut pour cela que l'œil

se trouve dans la direction des rayons efficaces.

7°. On peut prouver en quelque sorte par l'expérience, tout ce que nous venons de démontrer. On suspend pour cela des globes minces de verre remplis d'eau, de manière que les lignes menées par ces globes et l'orifice d'une chambre obscure, fassent, avec les rayons solaires, les angles que nous avons déterminés; on tend ensuite un drap noir derrière les globes; et le spectateur placé à l'orifice de la chambre, voit un arc-en-ciel dont les couleurs sont très-vives.

Détermination de l'angle que font les rayons efficaces avec les rayons incidens.

Soient AB, *ab* (*pl.* 1, *fig.* 6), deux rayons parallèles et très-voisins l'un de l'autre, qui tombent sur une goutte d'eau parfaitement sphérique BMHF. Pour qu'ils sortent parallèles suivant FG, *fg*, après une seule réflexion, il faut qu'ils se réfractent au même point D de la surface. En effet, les arcs DF, D*f* étant égaux à DB, D*b*, leurs différences F*f*, B*b* le sont aussi; de plus il est évident que les angles d'incidence des rayons qui sortent de la goutte, étant les mêmes que les angles de réfraction de ceux qui y entrent, les angles de réfraction à la sortie de la goutte, sont les mêmes que les angles d'incidence en y entrant, de sorte que FG, *fg* font avec CF, *cf* les mêmes angles que AB, *ab* font avec CB, C*b*; donc les rayons émergens font sur la corde F*f*, les mêmes angles que les rayons incidens font sur la corde B*b*; mais ces deux derniers sont parallèles, FG et *fg* le sont donc aussi, et les rayons sont efficaces.

Soient prolongés AB, FG jusqu'en P; pour déterminer l'angle APG, je prolonge *ab* jusqu'à la rencontre de la circonférence au point O; du centre C, j'abaisse CL perpendiculaire sur BN, CM perpendiculaire sur BD, et C*m* sur BD; je prends C*n*=C*m*, et je joins *mn*, *mn*.

D'après cette construction, CL et CM sont les sinus d'incidence et de réfraction du rayon AB; C*l* et C*m* sont ceux du rayon *ab*; donc CL: C*l* :: CM: C*m* ou C*n*; prenant la différence des deux termes de chaque rapport, et représentant par I: R le rapport constant des sinus d'incidence et de réfraction, il vient

$$CL : CM :: Ll : Mn :: I : R.$$

Du point B, menons B*o*, B*p* respectivement perpendiculaires sur *b*O, *b*D; la ligne M*m* partageant en deux parties égales BD, *b*D est parallèle à la base B*b* du triangle BD*b*, donc B*b* = 2M*m*, et à cause des triangles semblables B*bp*, M*mn*, B*p*=2M*n*. Les angles *b*B*p*, CBM sont égaux, puisqu'ils ont le même complément *p*BC; donc les triangles rectangles *b*B*p*, CBM sont semblables, et l'on a

$$BC : Bb :: BM : Bp.$$

Mais les triangles semblables *b*B*o*, CBL donnent

$$BC : Bb :: BL : Bo,$$

donc, à cause du rapport commun,

$$BL : BM :: Bo : Bp :: Ll : 2Mn :: 1 : 2R :: CL : 2CM,$$

élevant au quarré les deux premiers termes et les deux derniers de cette suite de qualités proportionnelles, on a

$$\overline{BL}^2 : \overline{BM}^2 :: \overline{CL}^2 : 4\overline{CM}^2;$$

et en prenant la somme des antécédens et des conséquens

$$\overline{BC}^2 : \overline{BC}^2 + 3\overline{CM}^2 :: \overline{BL}^2 : \overline{BM}^2 \text{ ou } \overline{BL}^2 + \overline{CL}^2 - \overline{CM}^2,$$

je prends ensuite la différence des deux termes de chaque rapport, ce qui donne, en observant que CL : CM :: I : R

$$\overline{BC}^2 : \overline{BL}^2 :: 3\overline{CM}^2 : \overline{CL}^2 - \overline{CM}^2 \text{ ou } :: 3R^2 : I^2 - R^2.$$

Cette proportion, à laquelle on peut facilement appliquer les logarithmes, fera connoître la valeur de BL; celle de BM s'en conclura ensuite, au moyen de la proportion BL : BM :: I : 2R; il suffira seulement de mettre des nombres convenables à la place du rapport I : R; alors les tables de sinus nous donneront la valeur des arcs BN, BD, et comme l'angle APG est le supplément de 2BD — BN, on le déterminera immédiatement.

Pour que les rayons, qui se réfléchissent deux fois dans la goutte, sortent parellèles, il faut évidemment (*pl.* 2, *fig.* 7) qu'ils deviennent parallèles après une seule réflexion; le calcul se fait du reste comme dans le premier cas, excepté que B*b* étant triple de M*m*, le dernier résultat est

$$\overline{BC}^2 : \overline{BL}^2 :: 8R^2 : I^2 - R^2$$
$$BL : BM :: I : 3R.$$

On voit qu'il seroit facile de l'étendre à un nombre quelconque de réflexions.

ARC-EN-CIEL LUNAIRE. C'est un arc coloré qui ne se présente que très-rarement à l'observateur qui tourne le dos à la lune, lorsqu'il a devant lui un endroit où il pleut. La théorie de ce phénomène est la même que celle de l'arc-en-ciel solaire; on voit seulement qu'il doit être beaucoup plus foible, à cause du peu d'intensité de la lumière que la lune nous renvoie; aussi paroît-il ordinairement blanchâtre, et très-peu d'auteurs disent y avoir distingué une ou deux couleurs. On voit aussi que c'est dans l'opposition de la lune avec le soleil, qu'on doit le plus espérer de l'apercevoir, parce qu'alors la lune nous renvoie un plus grand nombre de rayons.

ARC-EN-CIEL MARIN. On appelle ainsi un arc peint de quelques couleurs de l'iris, dont la convexité est tournée vers le bas, et qui se montre quelquefois sur mer, à différentes heures du jour.

L'arc-en-ciel marin paroît assez souvent lorsque la mer est extrêmement agitée, et que le vent, soulevant ses vagues, fait que les rayons du soleil qui tombent sur leur surface, se réfractent et y peignent les mêmes couleurs que dans les gouttes de pluie ordinaires. *Bowczes* observe dans les *Transactions philosophiques*, que les couleurs de l'arc-en-ciel marin sont moins vives, moins distinctes, et de moindre durée que celles de l'arc-en-ciel ordinaire, et qu'on y distingue à peine plus de deux couleurs; savoir du jaune du côté du soleil, et un verd pâle du côté opposé.

ARC-EN-TERRE. Arc coloré, qu'on aperçoit sur une prairie ou sur un champ, que l'on regarde d'un lieu un peu élevé, quelque temps après le lever du soleil, ou quelque temps avant son coucher. Ce phénomène est

de même que celui de l'arc-en-ciel, un effet de la lumière réfractée et réfléchie par les gouttes de rosée ou de pluie qui mouillent l'herbe de la prairie.

ARC EXCITATEUR. On appelle ainsi la partie du cercle galvanique qui est composée de substances métalliques. (*Voyez* CERCLE GALVANIQUE).

ARC NOCTURNE. On a donné ce nom à la partie de la circonférence de tout cercle parallèle à l'équateur, prise au-dessous de l'horizon, et l'on appelle *arc* semi-nocturne, la moitié de l'arc nocturne.

ARC SÉMI-DIURNE. On appelle ainsi la distance au méridien, d'une planète ou d'une étoile, dans le moment où elle est précisément dans l'horizon.

Il est nécessaire de connoître l'*arc sémi-diurne* d'un astre, pour pouvoir calculer l'heure de son lever ou de son coucher. La valeur de l'*arc sémi-diurne* d'un astre est déterminée par la grandeur de l'angle formé au pôle boréal du monde par deux lignes, dont l'une est la distance du pôle au zénith du lieu où l'on est, et l'autre est la distance vraie de l'astre au pôle boréal. La valeur de cet angle est précisément la distance de l'astre au méridien, dans le moment où il est à l'horizon, ou, ce qui est la même chose, c'est son *arc sémi-diurne*, que l'on peut réduire en temps, à raison de 15 degrés pour une heure.

ARCHIMÈDE (Vis d'). *Voyez* VIS D'ARCHIMÈDE.

ARCTIQUE. Épithète qu'on donne à l'un des pôles du monde, savoir, à celui qui est situé du côté du nord. C'est pourquoi on l'appelle aussi *pôle nord, pôle septentrional*, ou même *pôle boréal.* (*Voyez* PÔLES DU MONDE).

On donne aussi l'épithète d'*arctique*, à l'un des deux petits cercles de la sphère parallèles à l'équateur, appelés cercles polaires, savoir, à celui qui est dans l'hémisphère septentrional, et qui termine de ce côté-là, la zône glaciale et la zône tempérée (*Voyez* ZÔNE). Ce cercle est distant de l'équateur de 66 degrés 30 minutes, et du pôle arctique de 23° 30'. (*Voy.* CERCLES POLAIRES).

ARDENT (Miroir). *Voyez* MIROIR ARDENT.

ARDENT (Verre). *Voy.* VERRE ARDENT.

ARÉOMÈTRE. Instrument qui sert à connoître le rapport qui existe entre les densités ou les pesanteurs spécifiques des corps.

Le plus simple de ceux qui ont été imaginés pour déterminer les pesanteurs spécifiques des liquides, est composé d'une boule de verre très-mince, soufflée à la lampe, et d'un tube cylindrique divisé en parties égales, qu'on appelle degrés. Au-dessous de cette boule est une autre petite boule soufflée, qui est lestée de plomb ou de mercure, de manière cependant que le tout soit plus léger que les liquides dont on veut comparer les pesanteurs spécifiques. On plonge cet aréomètre dans l'eau distillée, et on marque le point où le tube cylindrique cesse de s'immerger. Si on le plonge ensuite dans des liquides plus légers, tels que le vin, l'alcool, etc. il est visible que son immersion sera plus profonde. Mais si on le plonge dans des liquides plus pesans que l'eau, il s'y enfoncera d'autant moins

que la densité du liquide sera plus grande. Cet aréomètre est simple; mais il n'offre pas le moyen de connoître avec précision le rapport des pesanteurs spécifiques des liquides. Il peut servir à savoir si un liquide est plus ou moins pesant qu'un autre auquel on le compare; mais on ne connoîtra pas de combien. Il faudroit pour cela déterminer avec exactitude le rapport du tube cylindrique aux boules dont l'instrument se compose; il faudroit de plus que le tube fût parfaitement cylindrique; ce qui n'arrive jamais. *Farenheit* a obvié à ces inconvéniens dans l'invention d'un aréomètre, qui offre l'avantage d'opérer sur des volumes égaux de différens liquides, et conséquemment de faire connoître le rapport exact qui existe entre leurs pesanteurs spécifiques.

ARÉOMÈTRE DE FARENHEIT. Il consiste en une petite bouteille creuse de verre mince B (*pl.* 2, *fig.* 8), dont le col AC, qui est très-étroit, est surmonté d'un petit bassin DE destiné à recevoir de petits poids. A la partie inférieure de la bouteille est adaptée une petite boule creuse de verre, dans laquelle on a mis du mercure. Enfin le col de la bouteille est marqué d'un trait au point *a*. Il faut pour faire usage de cet aréomètre commencer par connoître exactement son poids, qu'on marque ordinairement sur le bassin crainte de l'oublier. On le plonge ensuite dans de l'eau distillée, et en le chargeant de poids, on l'y fait enfoncer jusqu'au trait *a*. La somme des poids qu'on a mis dans le bassin pour produire cet enfoncement, ajoutée au poids de l'aréomètre, donne exactement le poids du volume d'eau déplacé. En faisant la même opération sur un autre liquide, on a avec la même exactitude le poids du volume de ce liquide déplacé par l'aréomètre. D'ailleurs, ces deux volumes sont évidemment égaux, puisque l'aréomètre a été immerge dans les deux liquides à la même profondeur. On connoît donc le rapport des poids de volumes égaux de liquides de différente densité, et conséquemment le rapport de leurs pesanteurs spécifiques.

ARÉOMÈTRE DE NICHOLSON. Instrument imaginé pour peser promptement dans l'air et dans l'eau, des corps solides d'une masse et d'un volume peu considérables.

Il consiste en un cylindre de fer blanc d'environ 108 millimètres (4 pouces) de hauteur sur 27 millimètres (1 pouce) de diamètre (*pl.* 2, *fig.* 9). Au centre de la base inférieure du cylindre, est fixé un crochet auquel on suspend par son anse un petit seau lesté avec du plomb: au centre de la base supérieure est adaptée une tige métallique, marquée d'un trait vers son milieu, et surmontée d'un petit bassin de fer blanc, destiné à recevoir des poids; de manière que l'instrument étant plongé dans l'eau et abandonné à lui-même, le trait marqué sur la tige soit à une certaine hauteur au-dessus de la surface du liquide. Veut-on peser un corps dans l'air? on plonge le cylindre dans l'eau, et on met des poids connus dans le bassin, jusqu'à ce que le trait soit descendu au niveau de l'eau. On retire les poids, on met le corps dans le bassin, et on ajoute à côté le nombre de poids suffisant pour faire descendre de nouveau le trait à fleur d'eau; on soustrait ces derniers poids des précédens, et la différence donne le poids du corps pesé dans l'air; on

retire de l'eau l'instrument, et on l'y replonge ensuite, après avoir mis le corps dans le seau. Le corps perd, par son immersion, une partie de son poids, égale au poids du volume d'eau déplacé; il faut donc ajouter de nouveaux poids dans le bassin, pour que le trait marqué sur la tige redescende au niveau de l'eau. Ces nouveaux poids représentent la perte que le corps a faite de son poids dans l'eau, et conséquemment le poids du volume d'eau déplacé. On connoît ainsi la pesanteur spécifique du corps, c'est-à-dire, le rapport qui existe entre son poids et celui d'un égal volume d'eau.

ARGENT. (*Voyez* MÉTAUX.)

ARMER L'AIMANT. C'est couvrir chacun de ses pôles d'un morceau de fer qui a la propriété d'en augmenter l'activité.

ARMILLAIRE (Sphère). On donne ce nom à un instrument d'astronomie, composé de grands et de petits cercles traversés par un axe et soutenus sur un pied. Cet instrument porte le nom de *Sphère*. (*Voyez* SPHÈRE ARMILLAIRE.)

ARMATURES. On appelle ainsi les pièces métalliques placées sous les parties de l'animal, entre lesquelles on établit la communication dans le cercle galvanique. (*Voyez* CERCLE GALVANIQUE.)

ARMURE DE L'AIMANT. Ce sont des lames de fer mou que l'on applique contre les aimans aux endroits où les pôles sont situés.

On commence par déterminer les pôles d'un aimant par les moyens indiqués. (art. *aimant*.) On scie ensuite les deux côtés où se trouvent les pôles perpendiculairement à l'axe, de manière à lui conserver toujours la plus grande longueur possible; et après les avoir polis, en les faisant passer sur la meule du coutelier, on leur applique les armures. Chaque armure présente, 1°. une jambe AB (*pl.* 2, *fig.* 10), dont la hauteur AB et la largeur GG sont égales à celles de l'aimant; 2°. un pied DSE, dont les bords doivent être arrondis.

L'épaisseur de la jambe AB n'est pas une chose indifférente; la force de l'aimant en dépend. C'est pourquoi on détermine cette épaisseur à l'aide de l'expérience. On prend pour cela dans le même morceau de fer quatre pièces propres à faire quatre armures, et l'on essaie le poids que porte l'aimant, quand on l'établit sur les deux premières, avec des anneaux de cuivre. Il augmente d'abord à proportion qu'on diminue l'épaisseur des jambes en dehors; mais il diminue ensuite, et alors on s'en tient aux dimensions que ces deux lames avoient dans l'épreuve qui a précédé la dernière. Nous avons dit qu'il falloit prendre les quatre pièces d'armure dans le même morceau de fer: si on les faisoit de fers différens, il pourroit arriver que pour avoir l'épaisseur la plus convenable, il fallût leur en donner de différentes.

On applique les armures contre les deux côtés de l'aimant, à la faveur de deux bandes de cuivre E, F (*pl.* 2, *fig.* 11), que l'on serre fortement chacune par le moyen d'une vis de cuivre qui en traverse les extrémités. L'aimant étant ainsi armé, on le suspend ordinairement par un anneau, et on lui donne un portant ABCD de fer doux et flexible qu'on met sous les pieds de l'armure, et auquel on suspend les poids que l'aimant peut soutenir. Il importe que le portant soit

d'un fer très-raffiné ; il doit être un peu plus large que la base inférieure des pieds de l'armure. Sa longueur doit avoir environ 11 millimètres (5 lignes) de plus que la distance qui se trouve entre les faces extérieures C et D des pieds de l'armure. Quant à sa hauteur BC, l'expérience seule peut éclairer sur cet objet : il faut, comme pour les armures, faire des essais qu'on répète jusqu'à ce qu'on ait trouvé la hauteur la plus avantageuse du portant. La surface supérieure DC du portant doit être bien polie, et avoir des angles aigus; mais ceux du côté inférieur AB peuvent être arrondis. La forme la plus avantageuse au portant est la forme ACcD (*pl.* 2, *fig.* 11) : on fait au milieu de sa partie inférieure AB un trou à travers lequel on fait passer un crochet L, auquel on suspend le bassin portant les poids que l'aimant doit soulever.

L'armure augmente considérablement la vertu attractive de l'aimant : l'expérience le prouve, la théorie le confirme. (*Voyez* l'article MAGNÉTISME, qui renferme une explication plausible des phénomènes magnétiques.)

ARQUEBUSE A VENT. C'est la même chose que fusil à vent. (*Voy.* FUSIL A VENT.)

ARSÉNIC. (*Voyez* l'article MÉTAUX.)

ASTRONOMIE. Ce mot est consacré à exprimer la connoissance des phénomènes célestes, quelquefois même la connoissance de l'univers et des lois qui le maîtrisent.

L'origine de l'astronomie va se perdre dans l'obscurité des siècles les plus reculés. Il paroît que la Chaldée a été sa première patrie; delà elle passa dans l'Egypte, dans la Grèce, etc. où son enfance se fortifia, quoique lentement, par les soins assidus d'un grand nombre d'observateurs. L'ignorance et la superstition arrêtèrent ensuite, pendant long-temps, les progrès de son adolescence. Ce n'est que dans le quinzième siècle qu'elle a acquis, par l'influence de *Galilée*, *Képler* et *Copernic*, cette vigueur et cet éclat qui lui ont attiré de si nombreux admirateurs.

La curiosité présida sans doute à la naissance de l'astronomie. Frappés du spectacle imposant qu'offrent ces grands corps lumineux, tournant sans cesse autour de la terre, les hommes durent en considérer le cours, en observer les périodes, travailler même à en dévoiler le mécanisme. Mais le besoin se joignit bientôt au désir de savoir, pour piquer leur activité, et diriger leur application vers les spéculations astronomiques. Comment cultiver avec succès l'agriculture, si l'on n'observe les saisons, dont le mouvement du soleil règle invariablement la durée ? Comment établir de l'ordre dans les affaires civiles, si l'on ne détermine avec précision la grandeur du mois et de l'année ? Comment pénétrer dans les pays éloignés ? comment connoître ceux que l'on habite ? comment, en un mot, faire fleurir le commerce, sans le secours de la géographie et de la navigation ? Et tout le monde sait que ces sciences doivent à l'astronomie leur naissance, leur éclat et leur utilité.

ATELIER DU SCULPTEUR. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située auprès du tropique du Capricorne,

sous la queue de la Baleine, au-dessus du Phénix. C'est une des 14 constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il fit pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des sciences;* elle est composée d'un scabellon qui porte un modèle, et d'un bloc de marbre sur lequel on a posé un maillet et un ciseau.

ATMOSPHÈRE. Fluide subtil et élastique qui environne un corps de toutes parts, et qui partage tous ses mouvemens.

ATMOSPHÈRE ÉLECTRIQUE. Fluide très-subtil qui est en mouvement autour d'un corps électrisé, et qui donne naissance à cette grande variété de phénomènes que nous présentent les corps électrisés.

Il importe de remarquer que l'existence de ce fluide n'est pas démontrée, et que les physiciens ne le placent dans la théorie que comme un être peut-être hypothétique, mais alors équivalent à celui que la nature emploie pour produire les phénomènes.

ATMOSPHÈRE LUNAIRE. C'est un amas de matière très-déliée qui environne la lune de toutes parts, et lui forme une espèce d'enveloppe.

L'existence de l'atmosphère lunaire a été depuis long-temps soupçonnée par un grand nombre de physiciens. Mais ce n'est que dans ces derniers temps qu'elle a été confirmée par des observations exactes. *Schræter* assure (1) 1°. qu'il y a autour de la lune un véritable crépuscule qui peut s'étendre depuis 2° 38′ jusqu'à 3° 6′ 2″; et tout le monde sait que l'existence du crépuscule suppose celle d'une atmosphère assez dense pour réfléchir les rayons lumineux.

2°. L'atmosphère de la lune est vingt-neuf fois, ou plus exactement 28,94 fois moins dense que l'atmosphère de la terre. Si quelque chose pouvoit rendre équivoques ces observations de *Schræter*, ce seroient sans doute les motifs puissans que Laplace a développés à peu près de la manière suivante, dans son exposition du système du monde. Ils déposent, sinon contre la réalité de l'atmosphère lunaire, du moins contre sa ressemblance à l'atmosphère de la terre.

Si l'atmosphère lunaire existe, elle infléchit les rayons lumineux vers le centre de la lune, et comme les couches atmosphériques doivent être plus rares à mesure qu'elles s'élèvent sur la surface de cet astre, ces rayons, en y pénétrant, s'infléchissent de plus en plus et décrivent une courbe concave vers son centre. Un observateur placé sur la lune, ne cesseroit donc de voir un astre, que lorsqu'il seroit abaissé au-dessus de son horizon d'un angle connu sous le nom de *réfraction horizontale*. Les rayons émanés de cet astre vu à l'horizon, après avoir rasé la surface de la lune, continuent leur route en décrivant une courbe semblable à celle par laquelle ils y sont parvenus : ainsi un second observateur situé derrière la lune, relativement à l'autre, l'apercevroit encore en vertu de l'inflexion de ses rayons dans l'atmosphère lunaire. Le diamètre de la lune n'est point augmenté sensiblement par la réfraction de son atmosphère. Une étoile éclipsée par cet astre, l'est donc plus tard que si cette atmosphère n'existoit pas, et

(1) *Journal de physique*, nivôse an 13.

par la même raison, elle cesse plutôt d'être éclipsée; ensorte que l'influence de l'atmosphère lunaire est principalement sensible sur la durée des éclipses du soleil et des étoiles par la lune. Des observations exactes et nombreuses ont fait à peine soupçonner cette influence, et l'on s'est assuré qu'à la surface de la lune, la réfraction horizontale n'excède pas cinq secondes, tandis qu'à la surface de la terre cette réfraction est au moins mille fois plus grande : d'où il suit que si l'atmosphère lunaire existe, sa rarité est supérieure à celle du vide que nous formons dans nos meilleures machines pneumatiques. Les animaux terrestres ne pourroient donc respirer et vivre sur la surface de la lune; et conséquemment, si la lune est habitée, elle ne peut l'être que par des animaux d'une autre espèce. Les fluides comprimés par une atmosphère aussi rare se réduiroient bientôt en vapeurs: il y a donc lieu de croire que tout est solide à la surface de la lune.

ATMOSPHÈRE SOLAIRE. C'est ce nuage lumineux qui enveloppe le soleil de toute part, et qui s'étend à une grande distance de ce corps.

L'existence de cette atmosphère est constatée depuis long-temps, et elle a fixé successivement l'attention de tous les physiciens qui se sont occupés du système du monde.

Descartes sembloit penser que la matière de l'atmosphère solaire étoit une émanation du corps du soleil, une espèce d'effervescence ou de dépuration de ses parties les plus grossières. *Newton*, au contraire, croyoit que ce n'étoit qu'un amas de parties hétérogènes répandues dans l'éther qui se rassembloient de toutes parts, et se précipitoient vers le soleil.

D'autres physiciens, sans s'arrêter à l'une ou l'autre de ces opinions, qui ne sont d'ailleurs jnstifiées par aucune observation, et sans chercher quelle étoit la cause de l'atmosphère solaire, ont tâché de déterminer sa nature, en examinant ses effets les plus constans et les plus immédiats.

Mairan qui s'en est aussi beaucoup occupé, croyoit que cette atmosphère pouvoit être composée de matière inflammable, et actuellement enflammée, ou seulement de matière dont les molécules plus grossières et plus denses que celles du fluide lumineux, pouvoient le réfléchir vers nous. Il tenoit même plus à cette dernière idée, parce qu'elle suffit pour expliquer le phénomène, et que d'ailleurs elle n'exclut pas la première, puisque l'atmosphère étant lumineuse dans l'hypothèse que le fluide lumineux est réfléchi par les molécules qui la composent, elle le sera encore à plus forte raison quand ses molécules, sans perdre leur propriété de réfléchir le fluide lumineux, seront elles-mêmes lumineuses par leur inflammation.

D'après des observations récentes d'*Herschell*, il paroîtroit que l'atmosphère solaire est composée de deux couches, dont la supérieure seulement est ignescente, et l'inférieure élastique et transparente.

C'est de cette couche supérieure qu'émane, suivant *Herschell*, tout le fluide lumineux qui éclaire notre système planétaire, et qui, jusqu'à présent, nous avoit semblé émaner du soleil. On trouvera avec plus de détail les observations de l'astronome anglais, et les conséquences qu'il en tire à l'article soleil. (*Voy.* Soleil.)

Mairan et les physiciens contemporains, attribuoient la lumière zodiacale (*Voy.* Lumière zodiacale) à l'atmosphère solaire. Ils déduisoient même la figure et l'étendue de cette atmosphère, de la figure sous laquelle on aperçoit la lumière zodiacale, et de la distance à laquelle ses extrémités nous paroissent être du soleil.

La figure de l'atmosphère solaire, disoient-ils, doit être un sphéroïde applati et de forme lenticulaire, dont le plus grand diamètre est dans le plan de l'équateur du soleil; car la lumière zodiacale, qui est produite par cette atmosphère, est toujours vue de la terre à peu près sous la forme d'un fuseau : or, il n'y a qu'un sphéroïde applati et de forme lenticulaire qui, étant toujours vu de profil par son tranchant, puisse toujours paroître, ou être projeté sous cette figure. Il paroît donc certain que l'atmosphère est rangée autour de son globe en forme de lentille ou approchant. On voit la lumière zodiacale, ou, ce qui est la même chose, l'atmosphère solaire étendue en forme de pyramide plus ou moins pointue, ayant toujours sa base dirigée vers le corps du soleil, et sa pointe vers quelques-unes des étoiles contenues dans le zodiaque. C'est ainsi qu'elle paroît le soir dans le printemps, et le matin en automne, sa pointe orientale se montrant le soir, et sa pointe occidentale le matin.

L'atmosphère solaire a une étendue considérable; car la pointe de la lumière zodiacale, dont elle est la cause, est aperçue quelquefois à 90 degrés et davantage du vrai lieu du soleil. On sait qu'il est aisé de juger sûrement du nombre de degrés qu'occupe cette lumière, en remarquant à quelle étoile se termine sa pointe, et sachant à quel degré de l'écliptique se trouve actuellement le soleil. Lors donc que la pointe de la lumière zodiacale est aperçue à 90° du soleil, on peut en conclure sûrement, que l'atmosphère solaire qui la produit s'étend tout au moins jusqu'à l'orbite terrestre, prise à sa distance actuelle au point d'observation; et comme il est plus que vraisemblable que son extrémité réelle va au-delà de son extrémité aperçue, on devra, à plus forte raison, en tirer cette conséquence, quand la pointe apparente de la lumière zodiacale aura une plus grande élongation, et qu'elle sera vue par exemple à 93, à 95, à 100 degrés ou même plus du lieu du soleil.

Il est donc de la dernière certitude que l'atmosphère solaire peut atteindre jusqu'à nous, et même que la terre peut en être, pour ainsi dire, inondée, et cela doit être arrivé plusieurs fois.

Mais il faut recourir à d'autres causes pour expliquer la lumière zodiacale, parce que la figure et l'étendue qu'il faut supposer à l'atmosphère solaire entraînent des conséquences contraires aux lois de l'équilibre des forces centrale et centrifuge.

L'atmosphère, dit Laplace (*Exposition du système du monde, page* 246), ne peut s'étendre à l'équateur, que jusqu'au point où la force centrifuge balance exactement la pesanteur; car il est clair qu'au-delà de cette limite, le fluide doit se dissiper. Relativement au soleil, ce point est éloigné de son centre, du rayon de l'orbe d'une planète qui feroit sa révolution dans un temps égal à celui de la rotation du soleil. L'atmosphère solaire ne s'étend donc pas jusqu'à Mercure,

et, par conséquent, elle ne produit point la lumière zodiacale qui paroît s'étendre au-delà même de l'orbite terrestre. D'ailleurs cette atmosphère, dont l'axe des pôles doit être au moins les deux tiers de celui de son équateur, est fort éloignée d'avoir la forme lenticulaire que les observations donnent à la lumière zodiacale.

ATMOSPHÈRE TERRESTRE. Assemblage de toutes les substances susceptibles de se vaporiser, ou plutôt de conserver l'état aériforme au degré habituel de température dans lequel nous vivons, et à une pression égale au poids d'une colonne de mercure d'environ 76 centimètres (28 pouces).

Ces fluides forment une masse depuis la surface de la terre jusqu'à la plus grande hauteur à laquelle on soit encore parvenu, et cette première couche est probablement recouverte d'un fluide aériforme particulier qui s'envole en vertu de sa grande légèreté, dans les régions supérieures, pour y occuper une place marquée par sa pesanteur spécifique, et pour y donner naissance aux phénomènes les plus frappans dont l'atmosphère est le théâtre (*Voyez* les mots Tonnère, Foudre, Pluie d'orage).

L'atmosphère éprouve de grandes et fréquentes altérations; les physiciens ont imaginé un grand nombre d'instrumens pour les apprécier. (*Voy.* les mots Baromètre, Thermomètre, Hygromètre, Manomètre, Anémomètre, etc.).

Une des découvertes les plus importantes de la physique moderne, est que tous les effets que les anciens attribuoient à l'horreur du vide, sont dus exclusivement à la pression de l'atmosphère; elle exerce son influence sur tous les corps, mais particulièrement sur les êtres organisés; elle produit dans l'économie animale des altérations qui ont rapport à la santé et à la vie.

Pour mesurer cette pression avec exactitude, il importe d'observer que notre corps est également pressé par l'atmosphère dans tous les points de sa surface, et que le poids qu'il soutient est égal à celui d'un cylindre d'air, dont la base seroit égale à la surface de notre corps, et dont la hauteur seroit la même que celle de l'atmosphère; or le poids d'un cylindre d'air de la même hauteur que l'atmosphère, est égal au poids d'un cylindre d'eau de même base, et de 10,4 mètres (32 pieds) de hauteur. De plus, la surface du corps d'un homme de moyenne stature, est d'environ 1,583 mètres carrés (15 pieds carrés); et comme le poids d'un mètre cube d'eau est à peu près de 1028,214 kilogrammes (environ 2065 liv.), il en résulte que la surface de notre corps soutient un poids de 16917,33 kilogrammes (3456 liv.).

Quelque considérable que soit ce poids, sa pression ne nous est pas sensible, parce qu'elle est sans cesse balancée par la réaction des fluides élastiques renfermés dans les cavités intérieures du corps; et quoique la densité de l'air éprouve des variations continuelles, comme elles se font successivement et avec lenteur, elles ne nous affectent ordinairement que d'une manière très-peu sensible. S'il arrivoit un changement rapide et considérable, la rupture d'équilibre qui en résulteroit, auroit une influence dangereuse sur l'économie animale. Ainsi l'homme qui s'élève à de grandes hauteurs, éprouve une fatigue extrême,

un assoupissement auquel il succombe malgré lui ; la respiration devient pressée ; les pulsations du pouls prennent un mouvement accéléré.

Si l'air avoit partout la même densité, il seroit facile de déterminer les limites de l'atmosphère. Supposons en effet à toute l'atmosphère la densité de l'air à la température de la glace fondante, et comprimée par une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces), sa hauteur seroit de 7815 mètres (24,058 pieds), comme il est aisé de s'en convaincre en remontant aux lois de l'équilibre des fluides. Mais il s'en faut que la densité de l'air soit constante ; car, puisque chaque couche d'air est comprimée par les couches supérieures, puisque les couches les plus élevées sont moins comprimées, enfin, puisque la densité de l'air est partout comme la force qui le comprime, il s'ensuit nécessairement que la densité de l'air diminue à mesure qu'on s'élève au-dessus de la surface de la terre.

Mais jusqu'à quel point l'air est-il capable de se dilater et de se condenser ? La solution de ce problème a échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens. *Boyle* a observé que l'air peut se dilater au point de devenir dix mille fois plus rare qu'il n'est dans son état naturel. *Halley*, *Huyghens*, *Papin*, l'ont vu soixante fois plus condensé que celui que nous respirons. Ces termes de dilatation et de condensation de l'air ne sont sans doute pas ceux où s'arrête la nature ; il y a néanmoins une limite qu'il est impossible de franchir. La condensation ne peut aller jusqu'à la pénétration des parties ; et si la dilatation de l'air augmente avec sa distance à la surface de la terre, son ressort sera aussi d'autant plus affoibli, que la force avec laquelle chaque molécule d'air tend à s'éloigner de celles qui sont au-dessous d'elle sera devenue moindre que la force de la pesanteur qui les ramène constamment vers le centre de la terre. La dilatation de l'air aura donc son terme au point où ces deux forces opposées seront égales.

Quoique à cause de sa pesanteur l'air ne puisse se dilater au-delà d'un certain terme, il n'est pourtant pas possible de fixer avec précision les limites de l'atmosphère ; car, comme l'air peut devenir de plus en plus rare, une masse d'air dont le poids égale celui d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces) pourra aussi de plus en plus s'étendre et devenir plus rare, de manière que les limites de l'atmosphère se reculent à l'infini. Nous devons donc nous borner à déterminer le degré de rarefaction de l'air à une distance donnée de la surface de la terre.

Soit *zahz'* (*pl. 2, fig. 12*) un vaisseau dont le fond *ah* touche la surface de la terre, et dont la partie supérieure *zz'* aboutit à l'extrémité supérieure de l'atmosphère ; imaginons le côté *az* divisé en plusieurs parties *ab*, *bc*, *cd*, etc, chacune de 27 millimètres (1 pouce), et menons les lignes *bi*, *ck*, *dl* parallèles à *ah* ; il est évident que l'air renfermé dans l'espace *ckib* est plus rare que l'air contenu dans l'espace *abih*. L'air renfermé dans l'espace *cdLk* est plus rare que celui que contient l'espace *bcki* ; et ainsi de suite l'air de chaque couche de 27 millimètres (1 pouce) est plus rare que celui de la couche inférieure. Supposons à présent que chaque couche d'air de 27 millimètres (1 pouce) soit partout de la même densité, mais

néanmoins plus dense que celui de la couche supérieure ; supposons encore que l'air contenu dans l'espace *bk* soit réduit en un moindre volume, ensorte qu'il prenne la même densité que l'air *ai*, ce qu'il est facile de déterminer en faisant l'espace *bq* moindre que *bk* dans le même rapport que l'air *bk* est moins dense que l'air *ai*. Soit de même l'air *cl* réduit à l'espace *cr*, l'air *dm* à l'espace *ds*, etc. ; en un mot, que chaque couche d'air soit réduite à la même densité que l'air *ai* ; il est visible par cette construction que les espaces *ai*, *bq*, *cr*, *ds*, etc. sont comme les densités respectives de toutes les couches *ai*, *bk*, *cl*, *dm*, et conséquemment que la quantité ou le poids de l'air qui s'étend de chacun de ces espaces jusqu'à l'extrémité de l'atmosphère sera comme la somme de tous les espaces réduits qui se trouveront au-dessus de l'espace proposé. Ainsi la quantité ou le poids de l'air au-dessus de l'espace *ai* sera comme la somme des espaces *bq*, *cr*, *ds*, *et*, *fu* etc. ; car l'air étant partout réduit à la même densité, sa quantité ou son poids sera comme l'espace qu'il occupe.

Cela posé, la densité de l'air est comme la force qui le comprime ; donc la densité de l'air à chaque distance de la surface de la terre, est comme la quantité ou le poids de la partie de l'atmosphère qui repose sur lui ; donc les densités de l'air en *ai*, *bk*, *cl*, sont l'une à l'autre respectivement comme les quantités d'air au-dessus de *bi*, *ck*, *dl* ; mais nous avons vu que ces densités sont comme les espaces *ai*, *bq*, *cr* respectivement, et les quantités qui s'étendent jusqu'au haut de l'atmosphère sont aussi comme les espaces *zb* B *qrstuz'*, *zc* R *rstuz'*, *zd* S *stuz'* : donc les espaces *ai*, *bq*, *cr*, sont entre eux respectivement comme *zb* B *qrstuz'*, *zc* R *rS stuz*, *zd* S *stuz* ; mais les premiers espaces *ai*, *bq*, *cr*, sont les différences des derniers (1) donc les espaces *ai*, *bq*, *cr*, sont en progression par quotient, lorsque les distances *ab*, *ac*, *ad* sont en progression par différence ; et comme les densités de l'air qui est dans les trois premières couches sont en progression par quotient, les densités de celui des autres couches que nous supposons formées jusqu'au haut de l'atmosphère décroissent aussi suivant la même progression.

La rarité d'un corps étant en raison inverse de sa densité, il s'ensuit que quand les distances de la surface de la terre croissent en progression par différence, les différens degrés de rarité croissent en progression par quotient, et conséquemment que le degré d'élévation est partout proportionnel au logarithme de la rarité ; d'où il résulte que si nous connoissons par l'expérience la rarité de l'air à une élévation quelconque, nous trouverons quelle est sa rarité à une autre élévation proposée en faisant la proportion suivante. Comme l'élévation à laquelle l'expérience a été faite est à l'élévation proposée, ainsi le logarithme de la rarité de l'air à la première élévation, est au logarithme de sa rarité à la hauteur proposée. Ainsi, il suit de l'expérience faite par *Perrier* sur la

(1) Pour sentir la justesse de cette conclusion, il suffit de remarquer que lorsque plusieurs quantités sont entr'elles comme leurs différences, les quantités et les différences sont en progression par quotient. Si nous avons $a : a-b :: b : b-c :: c : c-d$, nous aurons par une simple conversion $a : b :: b : c :: c : d$.

montagne du Puy-de-Dôme, qu'à la hauteur de 12,000 mètres (environ 37,000 pieds) l'air est quatre fois plus rare qu'à la surface de la terre.

Nous avons supposé jusqu'ici que l'air de chaque couche de 27 millimètres (1 pouce) de hauteur a la même densité dans toute son étendue. Cette supposition n'est pas exacte, car la densité de l'air varie pour peu que la hauteur change. La conclusion que nous en avons tirée n'en est pourtant pas moins certaine, parce que si, au lieu de diviser l'atmosphère en couches de 27 millimètres (1 pouce) de hauteur, comme nous l'avons fait, nous la divisons en couches infiniment minces et qu'on leur applique ce que nous avons dit des couches de 27 millimètres, on obtiendra toujours le même résultat.

M. *de Lahire* s'est servi, après *Képler*, d'une méthode plus simple et plus sûre pour trouver la hauteur de l'atmosphère; elle est fondée sur l'observation des crépuscules.

On convient généralement que quand le soleil est à dix-huit degrés au-dessous de l'horizon, il envoie un rayon qui touche la surface de la terre, et qui, ayant sa direction de bas en haut, va frapper la surface supérieure de l'atmosphère; d'où il est renvoyé jusqu'à la terre qu'il touche de nouveau dans une direction horizontale; d'où il résulte que s'il n'y avoit point d'atmosphère, il n'y auroit pas de crépuscule. Par conséquent, si la hauteur de l'atmosphère étoit moindre qu'elle n'est, le crépuscule commenceroit et finiroit quand le soleil seroit à moins de 18 degrés au-dessous de l'horizon, et au contraire: d'où il suit que la grandeur de l'arc dont le soleil est abaissé au-dessous de l'horizon, au commencement et à la fin du crépuscule, détermine la hauteur de l'atmosphère. Il faut cependant remarquer qu'on doit soustraire 32′ de l'arc de 18°, à cause de la réfraction qui élève alors le soleil plus haut de 32′ qu'il ne devroit être; et qu'il faut encore ôter 16′ pour la distance du limbe supérieur du soleil, qui est supposé envoyer le rayon au centre de ce même astre, qui est le point qu'on suppose à 18 degrés moins 32 minutes: l'arc restant sera conséquemment de 17 degrés 12 minutes; et c'est cet arc qu'on doit employer pour déterminer la hauteur de l'atmosphère.

Les deux rayons, l'un direct, l'autre réfléchi, qui sont tous deux tangens de la surface de la terre, doivent nécessairement se couper dans l'atmosphère, de manière qu'ils forment entr'eux un angle de 17 degrés 12 minutes, et que l'arc de la terre compris entre les points touchans soit aussi de 17 degrés 12 minutes: donc par la nature du cercle, une ligne qui partiroit du centre, et qui couperoit cet arc en deux parties égales, rencontreroit les deux rayons à leur point de concours; or il est facile de trouver l'excès de cette ligne sur le rayon de la terre; et cet excès sera la hauteur de l'atmosphère. M. *de Lahire* a trouvé par cette méthode la hauteur de l'atmosphère de 37223 toises (72,434 mètres.)

Il importe de remarquer que dans tout ce calcul on regarde les rayons direct et réfléchi comme des lignes droites, tandis que ces rayons sont véritablement des lignes courbes, formées par la réfraction continuelle des rayons dans leur passage par les couches différemment denses de l'atmosphère. Si donc on regarde ces rayons

comme deux courbes semblables, ou plutôt comme une seule et unique courbe, dont une des extrémités est tangente de la terre, le sommet de cette courbe, également distant des deux extrémités, donnera la hauteur de l'atmosphère; d'où il suit qu'on doit trouver cette hauteur un peu moindre que dans le cas où on supposoit que les deux rayons étoient des lignes droites; car le point de concours de ces deux rayons qui touchent la courbe à ses extrémités, doit être plus haut que le sommet de la courbe qui tourne sa concavité vers la terre. M. *de Lahire* diminue donc la hauteur de l'atmosphère, d'après ce principe, et ne lui donne que 36362 toises (70,054 mètres).

ATMOSPHÉRIQUE. On donne cette épithète à ce qui appartient ou qui a rapport à l'atmosphère. (*Voy.* ATMOSPHÈRE.)

ATOME. C'est ainsi qu'on appelle de petits corpuscules, doués d'une parfaite dureté, insécables, et tout à fait indivisibles.

ATTRACTION. Force en vertu de laquelle tous les corps de la nature s'approchent, ou du moins tendent à s'approcher les uns des autres.

Cette tendance est-elle l'effet d'une impulsion, ou doit-elle être regardée comme une loi primordiale de la nature? Il n'est pas possible de résoudre cette question dans l'état actuel de nos connoissances. Il n'en est pas moins certain que cette tendance existe; et par le mot attraction, nous désignons le phénomène et non la cause qui le fait naître.

L'attraction peut être considérée dans les corps célestes, dans les corps terrestres, et dans les parties les plus petites des corps. Dans le premier cas on l'appelle *gravité;* dans le second elle prend le nom de *pesanteur;* dans le troisième on la nomme *affinité, attraction chimique* ou *attraction moléculaire.* Il importe d'observer que c'est toujours la même force considérée sous différens aspects, qu'elle est toujours soumise à la loi que nous allons établir. (*Voyez* les mots GRAVITÉ, PESANTEUR, AFFINITÉ.)

A distance finie, tous les corps de la nature s'attirent en raison directe des masses, et en raison inverse du carré de la distance.

1°. D'après une loi de *Képler*, donnée par l'observation, les rayons vecteurs des planètes et des comètes décrivent autour du soleil des aires proportionnelles aux temps; mais cette loi ne peut avoir lieu qu'autant que la force, qui détourne sans cesse chacun de ces corps de la ligne droite, est constamment dirigée vers un point fixe, qui est l'origine des rayons vecteurs. (*Voyez* l'article FORCES CENTRALES.) La tendance des planètes et des comètes vers le soleil, suit donc nécessairement de la proportionnalité des aires décrites par les rayons vecteurs aux temps employés à les décrire: cette tendance est réciproque. C'est en effet une loi générale de la nature que la réaction est égale et contraire à l'action. (*Voyez* l'article INERTIE): d'où il résulte que les planètes et les comètes réagissent sur le soleil, et lui communiquent une tendance vers chacune d'elles.

2°. Les satellites d'Uranus tendent vers Uranus, et Uranus vers ses satellites; les satellites de Saturne tendent vers Saturne, et Saturne vers eux. Il en est de même de Jupiter et de ses satellites. La lune et la terre tendent

aussi réciproquement l'une vers l'autre. La proportionnalité des aires décrites par les satellites aux temps employés à les décrire, concourt avec l'égalité de l'action à la réaction, pour rendre cette assertion non équivoque.

Tous les satellites ont une tendance vers le soleil; car ils sont tous animés d'un mouvement régulier autour de leurs planètes respectives, comme si elles étoient immobiles: d'où il résulte que les satellites sont emportés d'un mouvement commun avec leurs planètes; c'est-à-dire, que la même force, par laquelle les planètes tendent sans cesse vers le soleil, agit aussi sur les satellites, et qu'ils sont emportés vers le soleil d'une même vitesse que les planètes. De ce que les satellites tendent vers le soleil, il suit que le soleil tend vers eux, à cause de la réaction égale et opposée à l'action.

3°. L'observation nous a appris que Saturne s'écarte un peu de sa route lorsqu'il est près de Jupiter, la plus grande des planètes; d'où il suit que Saturne et Jupiter tendent réciproquement l'un vers l'autre. Saturne, comme l'a observé *Flamsted*, trouble le mouvement des satellites de Jupiter, en les attirant un peu à lui; ce qui prouve que ces satellites tendent vers Saturne, et Saturne vers eux.

Il est donc vrai que tous les corps célestes tendent reciproquement les uns vers les autres; mais cette tendance, ou plutôt la force attractive qui la fait naître, ne leur appartient pas seulement en masse; toutes leurs molécules la partagent.

Si le soleil agissoit exclusivement sur le centre de la terre, sans attirer particulièrement chacune de ses parties, les oscillations des ondes de l'océan seroient incomparablement plus grandes, et bien différentes de celles dont chaque jour il nous présente le spectacle. La tendance de la terre vers le soleil est donc le résultat de la somme des attractions exercées sur toutes ses molécules, qui conséquemment attirent le soleil en raison de leurs masses respectives: d'ailleurs, chaque corps sur la terre est attiré vers son centre proportionnellement à sa masse. Il réagit donc sur elle, et l'attire suivant le même rapport. S'il en étoit autrement, et si toutes les parties de la terre n'exerçoient les unes sur les autres une attraction réciproque, le centre de gravité de la terre, se mouvant d'un mouvement toujours accéléré, iroit se perdre dans l'immensité de l'espace au-delà des limites de l'univers.

L'attraction est donc universelle, réciproque et proportionnelle à la masse. Il reste à démontrer que cette force est réciproque au carré de la distance.

1°. L'observation a fait connoître que les carrés des temps périodiques des corps célestes sont proportionnels aux cubes des distances moyennes. D'ailleurs il est rigoureusement démontré (*voyez* le mot FORCES CENTRALES), que lorsque des corps se meuvent circulairement, de manière que les carrés des temps périodiques soient proportionnels aux cubes des distances, la force centrale qui les anime est en raison inverse du carré de la distance; donc en supposant les planètes mues dans des orbes circulaires, ce qui s'éloigne peu de la vérité, elles sont sollicitées vers le soleil par une force qui croît en raison inverse du carré de la distance. Cette supposition n'est pas rigoureuse. Mais le rapport constant des carrés des temps périodiques aux cubes des distances étant indépendant

de l'excentricité, il subsisteroit sans doute encore dans le cas où l'excentricité seroit nulle, c'est-à-dire si les planètes se mouvoient dans des orbes circulaires.

2°. Si les planètes tournent autour du soleil en vertu d'une force centrale réciproque au carré de la distance, il est naturel de penser que la lune est retenue dans son orbe par une force centrale dirigée vers la terre, et qui ne diffère de la pesanteur des corps terrestres à ces distances, qu'en raison de la diminution qu'elle doit éprouver par l'augmentation du carré de la distance de la lune. Cela posé, la lune dépouillée de sa force projectile et livrée à sa gravité, parcouroit dans une minute le sinus verse de l'arc qu'elle décrit en même temps. Ce sinus verse égale le carré de l'arc divisé par le diamètre, et le quotient de cette division est 4,87 mètres (15 pieds). Car la distance moyenne de la lune à la terre est de 60 rayons terrestres. La circonférence de l'équateur terrestre est de 40056400,064 mèt. (123249600 pieds); et conséquemment l'orbe lunaire, soixante fois plus grand, est de 2402184003,84 mèt. (7394976000 pieds); divisant par $\frac{22}{7}$, on aura le diamèt. de cet orbe de 7643312 75,49 mètres (2352492363 pieds); mais la lune fait sa révolution en 39343 min.; divisant par ce nombre l'orbe entier de la lune, le quotient 60058,23 mètres (187964 pieds), sera l'arc que la lune parcourt dans une minute. Carrant cet arc qui peut se confondre avec sa corde, et passer pour insensible, n'étant que la quarante millième partie ou environ de l'orbe entier, et divisant ce carré par le diamètre de l'orbe de la lune, le quotient 4,87 mètres (15 pieds) qui en provient exprime le sinus verse de cet arc ou la gravité de la lune. Or les corps terrestres livrés à leur pesanteur, parcourent 4,87 mètres (15 pieds) en une seconde, et conséquemment 4,87 mètres (15 pieds) × 3600 dans une minute, puisque les espaces parcourus d'un mouvement uniformément accéléré croissent comme les carrés des temps. (*Voyez* l'article MOUVEMENT UNIFORMÉMENT ACCÉLÉRÉ): donc la pesanteur des corps terrestres est dans le même temps donné 3600 fois plus grande que celle de la lune, et précisément dans le rapport inverse du carré de leurs distances au centre de la terre.

Pour établir la loi de l'attraction, nous avons considéré les centres des corps, quoique la gravité soit propre à chacune de leurs molécules, parce que dans des sphères ou dans des sphéroïdes qui en diffèrent très-peu, l'attraction des molécules les plus distantes du point attiré et celles des molécules les plus voisines, se compensent de manière que l'attraction totale est la même que si les molécules étoient réunies à leur centre de gravité.

Cette loi des sphères souffre diverses modifications, lorsque les corps attirés sont à la surface ou dans l'intérieur des sphères. Un corps situé au-dedans d'une couche sphérique, partout de la même épaisseur, est également attiré de toutes parts; ensorte qu'il resteroit en repos au milieu des attractions qu'il éprouve. La même chose a lieu au-dedans d'une couche elliptique, dont les surfaces intérieure et extérieure sont semblables et semblablement situées. En supposant donc que les planètes sont des sphères homogènes, la pesanteur dans leur in-

térieur diminue comme la distance à leur centre ; car l'enveloppe extérieure au corps attiré ne contribue point à la pesanteur, qui n'est ainsi produite que par l'attraction d'une sphère d'un rayon égal à la distance de ce corps au centre de la planète ; or, cette attraction est proportionnelle à la masse de la sphère, divisée par le carré de son rayon. La masse est comme le cube de ce même rayon. La pesanteur des corps est donc proportionnelle à ce rayon.

Il importe d'observer, 1°. que ce résultat n'est rigoureux que dans l'hypothèse de l'homogénéité des planètes. Elles se composent de couches probablement plus denses, à mesure qu'elles sont plus voisines du centre. La pesanteur au-dedans diminue donc dans un moindre rapport que dans le cas de leur homogénéité.

2°. Le même résultat ne peut être exact qu'en faisant abstraction de l'attraction moléculaire qui a toujours lieu lorsqu'un corps est placé sur la surface d'une sphère. Cette attraction est très-grande au contact, nulle à une distance sensible : d'où il résulte que la molécule qui touche, et celle qui est située à l'extrémité opposée du même diamètre, n'attirent point, comme si elles étoient réunies au centre. (*Voyez* le mot ATTRACTION MOLÉCULAIRE).

ATTRACTION CHIMIQUE. (*V.* ATTRACTION MOLÉCULAIRE).

ATTRACTION ÉLECTRIQUE. Action d'un corps actuellement électrisé, ou plutôt du fluide qui l'environne sur des corps légers qu'on lui présente à une certaine distance.

Les physiciens avoient soupçonné depuis long-temps que le fluide électrique souffroit, comme la lumière et la gravitation, un affoiblissement proportionnel au carré de la distance ; mais la force de l'analogie étoit le seul motif qui déterminoit leurs soupçons. Il étoit réservé à *Coulomb* de les convertir en une vérité démontrée par le témoignage d'une expérience ingénieuse et décisive faite à l'aide de la balance électrique. (*Voyez* BALANCE ÉLECTRIQUE).

Il faut que dans cette machine, au moment de l'expérience, le cercle doré se trouve en contact avec la balle de cuivre, de manière que le fil métallique soit libre de toute torsion ; et comme le petit levier, livré à lui-même, se trouve rarement dans la position qui donne le contact des deux corps, on l'y ramène facilement en faisant tourner la tige à laquelle le fil métallique est suspendu, et il est visible que, dans ce cas, le fil ne fait que prendre un mouvement de révolution autour de son axe, sans éprouver la plus légère torsion.

Tout étant ainsi disposé, voici l'expérience telle qu'elle a été faite par *Coulomb* à l'académie des sciences, en 1785. Ce physicien électrisa d'abord le cercle doré et la balle de cuivre, à l'aide d'un petit conducteur chargé d'électricité, qu'il introduisit dans la cage par une ouverture pratiquée à dessein dans la plaque supérieure. A l'instant la balle repoussa le cercle à la distance de 36 degrés, et il est visible que cette répulsion nécessita la torsion du fil métallique d'un égal nombre de degrés. *Coulomb* continua de le tordre d'une quantité égale à 126 degrés, en faisant tourner la boule attachée à la tige qui tenoit le fil suspendu. La répulsion de la balle et du cercle a cédé

à cette seconde torsion; ils se sont rapprochés et arrêtés à 18 degrés de distance l'un de l'autre. Ainsi, dans le premier essai, la balle et le cercle se sont écartés de 36 degrés; ce qui produit en même temps une force de torsion de 36 degrés. Dans le second, la distance qui sépare la balle du cercle est de 18 degrés; mais comme l'on a tordu le fil de 126 degrés, il en résulte qu'à une distance de 18 degrés la force répulsive étoit 144 degrés; et conséquemment les distances étant dans le rapport de 2 à 1, les répulsions des balles sont dans le rapport de 1 à 4, c'est-à-dire, en raison inverse du carré de la distance.

Pour varier cette expérience, *Coulomb* a fait varier de différentes manières les rapports des distances. Le résultat a été toujours d'accord avec la loi que nous venons d'établir; il a prouvé ensuite, par des expériences analogues, que les attractions électriques suivent aussi la raison inverse du carré de la distance. (*Voyez ses Mémoires dans les recueils académiques, années* 1785 *et les suivantes.*)

ATTRACTION MAGNÉTIQUE. Action que l'aimant exerce sur tous les corps de la nature, mais particulièrement sur le fer. (*Voyez* les mots AIMANT, MAGNÉTISME.)

Coulomb a démontré, par des procédés analogues à ceux qui lui ont servi pour l'électricité, que les attractions et répulsions magnétiques sont en raison inverse du carré de la distance.

L'expérience décisive qui fonde l'existence de cette loi a été faite à l'aide de la balance magnétique. (*Voyez* BALANCE MAGNÉTIQUE.) Dans cette machine, la position respective des deux aiguilles étoit telle, que quand celle qui étoit mobile alloit toucher l'autre, en conservant sa situation horizontale, le contact se faisoit par un des centres d'action de la première, et le centre inférieur de la seconde. La tendance naturelle de l'aiguille à revenir dans son méridien magnétique, étoit une action particulière qui se combinoit avec les actions réciproques des deux aiguilles, actions dont il s'agissoit de trouver le vrai rapport, en les démêlant de cette espèce de composition.

Coulomb y est parvenu, en comparant d'abord la première force isolée avec la force de torsion; et il a trouvé qu'en tordant le fil métallique qui portoit l'aiguille mobile, d'abord sous un angle de 36 degrés, l'aiguille s'écartoit d'un degré de son méridien magnétique, et qu'en tordant ensuite le fil sous des angles qui fussent successivement doubles, triples, etc. de 36 degrés, l'aiguille alloit se placer à 2 degrés, 3 degrés, etc. de son méridien magnétique. Ainsi, en retranchant de chaque torsion imprimée le nombre de degrés, qui donnoit la distance de l'aiguille au méridien, c'est-à-dire, la quantité dont le fil s'étoit détordu en vertu du mouvement de l'aiguille, on trouvoit que la force de l'aiguille, pour réagir contre chaque torsion, équivaloit à autant de fois 36 degrés de torsion, que l'arc qui mesuroit la distance de l'aiguille au méridien contenoit de degrés.

Cela posé, l'aiguille fixe étant dans son méridien magnétique, et le pôle inférieur de cette aiguille étant le pôle austral, *Coulomb* met en contact

avec ce pôle le pôle austral de l'aiguille mobile, de manière que le fil métallique n'ait aucune torsion. A l'instant l'aiguille fixe repousse l'aiguille mobile à une distance de 24 degrés ; mais la tendance à retourner au méridien agit en sens contraire du mouvement que vient de faire l'aiguille mobile, et conséquemment la véritable répulsion, ou celle qui auroit lieu si cette tendance étoit nulle, est d'autant diminuée, c'est-à-dire, que cette tendance produit le même effet que la force de torsion qu'il faudroit ajouter à celle de 24 degrés pour maintenir l'aiguille à la même distance en vertu de la seule répulsion. Or, lorsque l'aiguille est à 24 degrés du méridien, la torsion qui mesure sa tendance à y retourner est égale à 35 fois 24 degrés qui font 840 degrés ; conséquemment la répulsion qu'il s'agissoit d'estimer, équivaut à une torsion de 840 degrés plus 24 degrés, ou de 864 degrés. *Coulomb* donne au fil métallique une nouvelle torsion égale à trois circonférences de cercle, en sens contraire du mouvement de 24 degrés qu'avoit déjà fait l'aiguille suspendue au fil, et alors cette aiguille se rapproche à 17 degrés de l'aiguille fixe; mais trois fois 360 degrés sont 1080 degrés ; et comme cette torsion n'est qu'une continuation de celle qui existoit déjà, et qui est réduite à 17 degrés, on aura 1097 degrés pour la torsion qui mesure la force répulsive mutuelle des deux aiguilles, moins la tendance à retourner au méridien, qui équivaut à une force de torsion de 17 fois 35 degrés, ou de 595 degrés; donc en ajoutant 595 degrés à 1097 degrés, la somme qui est de 1692 degrés donnera la torsion qui fait équilibre à la répulsion qu'il falloit apprécier. Les deux répulsions sont donc entr'elles dans le rapport de 864 à 1692, c'est-à-dire, dans un rapport très-approchant de celui de 1 à 2 ; mais les distances correspondantes étoient 24 et 17, dont les carrés 576 et 289 sont à peu près dans le rapport de 2 à 1 ; donc les répulsions magnétiques sont en raison inverse du carré des distances.

Coulomb a varié ses expériences, et le résultat a toujours été conforme à cette loi. Il l'a appliquée avec le même succès aux attractions magnétiques par des expériences analogues. (*Voyez ses Mémoires dans les Recueils académiques, ann.* 1785 *et les suivantes.*)

Il importe d'observer que pour déterminer la loi qui maîtrise les actions électriques à raison de la distance, on emploie des corps sphériques doués chacun d'une seule espèce d'électricité, et dont conséquemment on peut supposer que les forces agissent du centre. Mais pour les expériences magnétiques dirigées vers le même but, on ne peut se servir que de corps dont les deux moitiés sont animées par des forces opposées ; et en choisissant, comme l'a fait *Coulomb*, de longues aiguilles aimantées, il faut, avant tout, déterminer le centre d'action de chaque moitié de l'aiguille, c'est-à-dire, le point où, si toutes les molécules qui composent cette moitié se trouvoient réunies, leur action totale sur un corps magnétique seroit absolument la même que lorsqu'elles sont dispersées entre les pores de l'aimant.

L'expérience a prouvé que les centres d'action étoient à une petite distance des extrémités; elle n'étoit que

de 22 millimètres (10 lignes) dans un fil d'acier de 676 millimètres (25 pouces) de longueur.

Cette proximité des centres d'action à l'égard des extrémités d'un barreau aimanté, se manifeste d'une manière bien sensible, lorsqu'on tient le barreau dans une position verticale vis-à-vis d'une aiguille suspendue librement, et qu'on le fait monter et descendre de manière que les différens points de sa longueur se présentent successivement à l'aiguille : on observe alors dans cette aiguille une tendance sensible vers un certain point du barreau, qui est peu distant de l'extrémité située du même côté.

ATTRACTION MOLÉCULAIRE ou AFFINITÉ. Force par laquelle les molécules des corps s'attirent réciproquement, se cherchent, pour ainsi dire, et s'unissent plus ou moins étroitement, lorsque la distance qui les sépare devient insensible. Cette force avoit reçu des anciens chimistes le nom d'affinité. Nous préférons de la désigner par celui d'attraction moléculaire ou d'attraction chimique, et cette préférence est fondée sur ce que ce dernier nom est simple, qu'il ne suppose rien, qu'il exprime seulement ce qui frappe nos sens, lorsque cette force est en action, tandis que le mot affinité est consacré, depuis l'époque de son origine, à exprimer, tantôt des rapports moraux, tantôt des êtres métaphysiques, tantôt des liaisons qui avoisinent la parenté.

PREMIÈRE SECTION.

Lois et phénomènes de l'attraction moléculaire ou de l'affinité.

On a distingué d'abord autant d'espèces d'affinité qu'il s'est présenté de phénomènes différens : de là cette division de l'affinité en affinité d'aggrégation, affinité de composition, affinité de dissolution, affinité de précipitation, affinité simple, affinité double, affinité d'intermède, affinité disposée, affinité réciproque, affinité hygrométrique, etc. etc.

Toutes ces affinités sont une seule et même force considérée sous différens aspects, et dans différentes circonstances. Nous les réduirons à trois, dans lesquelles il nous sera aisé de faire rentrer toutes les autres; l'attraction simple, l'attraction élective, et l'attraction complexe.

L'attraction simple est celle qui s'exerce entre deux substances simples ou composées, pourvu que dans chacune les principes composans n'agissent que par une force collective.

Si les deux substances sont de la même espèce, on obtient un tout homogène, dont les parties sont enchaînées par la force attractive, qui prend alors le nom de force d'aggrégation ou de force de cohésion. Un bloc de marbre, un morceau de soufre, sont formés de molécules homogènes, que l'attraction unit plus ou moins étroitement suivant qu'elle a plus ou moins d'activité et d'énergie.

Si les substances dont il s'agit sont de différente espèce, la force attractive qui les anime éprouve des variations qu'il importe de rendre sensibles par des exemples.

Je verse de l'huile sur l'eau : il ne se fait point de mélange; les deux substances prennent une place marquée par leur pesanteur spécifique. D'où il suit que l'attraction qui existe entre l'huile et l'eau est insuffisante

pour vaincre celle que chacun de ces fluides a pour lui-même.

Je jette un morceau de sucre dans l'eau ; il est d'abord précipité par l'excès de sa pesanteur spécifique ; mais bientôt il disparoît, et l'eau conserve toute sa transparence. Il y a donc ici union entre les molécules de l'eau et les molécules du sucre ; mais cette union n'est point forte ; car le sucre et l'eau conservent chacun, après leur réunion, une grande partie de leurs propriétés.

L'évaporation, c'est-à-dire, la dissolution de l'eau par l'air, et la vaporisation, c'est-à-dire, la dissolution de l'eau par le calorique, sont des phénomènes semblables au précédent. C'est toujours l'attraction qui produit l'union des molécules des deux fluides hétérogènes, union foible qui conserve à chacun des fluides ses principales propriétés.

Si l'union eût été plus forte, les propriétés des deux substances eussent disparu, comme il est aisé de l'observer lorsqu'on met en contact un alcali et un acide. L'union de ces deux substances produite par l'attraction chimique, donne naissance à un sel dans lequel on ne reconnoît plus aucune propriété des substances composantes. La dissolution prend alors plus particulièrement le nom de combinaison.

L'attraction élective a lieu toutes les fois qu'à un composé de deux substances on présente un corps qui a plus d'attraction avec un des composans, que les deux composans n'en ont ensemble. Dans l'attraction élective, il y a toujours trois forces en jeu.

Première expérience. On verse de l'acide sulfurique dans une solution de muriate de baryte. On voit la liqueur se troubler sur le champ, et une matière blanche abondante se précipiter au fond du vase.

Que se passe-t-il dans cette expérience ? L'acide muriatique tient à la baryte avec une certaine force établie par la nature ; est survenu l'acide sulfurique, à qui la nature a donné une force attractive sur la baryte, plus grande que celle de l'acide muriatique sur cette substance alcaline ; soudain la baryte a été arrachée à l'acide muriatique par cette force plus grande qui l'attire vers l'acide sulfurique, et faisant une espèce de choix entre ces deux corps, elle s'est portée sur ce dernier, et il s'est formé un nouveau composé insoluble dans l'eau qui s'est précipité au fond du vase.

L'attraction complexe a lieu toutes les fois qu'un composé de deux substances ne peut être décomposé par une substance seule, mais par cette même substance unie à une autre ; on met ici quatre forces en jeu, dont le concours forme une attraction complexe. Pour bien concevoir leur action, il faut les décomposer, et opposer celles qui concourent à rompre les combinaisons existantes à celles qui tendent à leur conservation. Nous donnerons aux premières le nom d'attractions divellentes, et aux dernières celui d'attractions quiescentes.

Si les attractions quiescentes l'emportent sur les divellentes, il ne se fait aucun changement dans les combinaisons ; mais si les attractions divellentes sont plus fortes, les combinaisons existantes sont rompues, et il s'en forme de nouvelles.

Pour rendre ces vérités plus sensibles, nous représenterons ces quatre

forces dans un tableau figuratif, ce qui nous facilitera le moyen de suivre le jeu de leur action.

Seconde expérience. On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle une dissolution de potasse; il ne se produit aucun effet.

Troisième expérience. On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle de l'eau saturée d'acide carbonique; il ne se fait aucune altération dans le mélange.

Quatrième expérience. On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle une dissolution de carbonate de potasse; soudain la liqueur se trouble, et une matière blanche se précipite au fond du vase.

Le muriate de baryte est composé d'acide muriatique et de baryte, lesquels sont représentés au côté gauche de la figure. Le carbonate de potasse est composé d'acide carbonique et de potasse, qui sont placés au côté droit. L'attraction de l'acide muriatique pour la baryte, et celle de la potasse pour l'acide carbonique, sont les attractions quiescentes. L'attraction de l'acide muriatique pour la potasse, et celle de la baryte pour l'acide carbonique sont divellentes. Ces dernières l'emportent: les premières combinaisons sont rompues, et au lieu de muriate de baryte et de carbonate de potasse, on a du muriate de potasse et du carbonate de baryte, lequel étant insoluble dans l'eau, se précipite.

Muriate de potasse.

Muriate de baryte. { Acide muriatique. 44 + Potasse. 19 = 67. } Carbonate de potasse.

{ Baryte. = 29 / 73 Acide carbonique. }

Carbonate de baryte.

On peut encore représenter quelques circonstances de l'opération; ainsi la pointe de l'accolade inférieure étant dirigée vers le bas, désigne que le carbonate de baryte se précipite; si elle étoit dirigée vers le haut, elle indiqueroit que la nouvelle combinaison seroit restée en dissolution.

Parmi les physiciens qui se sont occupés d'exprimer par des nombres la force comparative des attractions chimiques, *Guyton* est celui qui l'a fait avec plus de succès. (*Voyez* à ce sujet l'article Affinités de l'*Encyclopédie méthodique*, qui en renferme le tableau.)

L'attraction chimique ne s'exerce qu'entre les molécules les plus petites des corps; elle est très-grande au contact; elle devient nulle à une distance sensible. Cette loi, d'où émanent toutes les lois qui distinguent l'attraction moléculaire, est un résultat non équivoque donné par l'expérience.

Pour qu'une dissolution s'opère, il faut que l'un des deux corps soit fluide, afin que les molécules puissent s'introduire entre celles du corps solide,

les séparer les unes des autres, et favoriser ainsi leur union avec les molécules du fluide. L'action est ici réciproque, et on ne donne au fluide le nom de dissolvant que parce qu'il donne sa forme au corps solide. Il se présente des cas dans lesquels aucun des corps qui se combinent n'est dans l'état fluide.

Lorsqu'un solide se dissout dans un fluide, la tendance à la combinaison a non seulement à surmonter la résistance mécanique que fait naître la différence des pesanteurs spécifiques, mais encore la force d'agrégation qui tient enchaînées les molécules du solide. Plus la force d'agrégation est grande, plus grand est l'obstacle qui résiste à la combinaison.

Il ne se fait point de combinaison sans changement de température. Quelquefois ce changement est très-rapide, quelquefois il est à peine sensible; mais le grand nombre de cas où on l'observe autorise assez à conclure qu'il a lieu dans tous. Cela vient de ce que chaque combinaison a son degré déterminé d'énergie qui varie dans chacune, ensorte que les molécules existent dans tous les corps de la nature, à des distances d'elles-mêmes différentes pour chacun. Quand il se forme un nouveau composé, il existe donc ou plus ou moins de rapprochement dans ses molécules qu'il n'en existoit dans la combinaison de laquelle ses élémens se sont séparés. Dans le premier cas, il y a dégagement de calorique et augmentation de température; dans le second, il y a absorption de calorique et diminution de température. La combinaison est d'autant plus intime, et conséquemment l'attraction d'autant plus grande, que la quantité de calorique dégagée est plus considérable. Lorsque l'eau se combine avec un sel qui cristallise, elle passe à l'état solide, ses molécules se rapprochent; il y a donc du calorique dégagé. Ordinairement nous ne sommes pas témoins de ce dégagement, mais nous en acquérons une preuve bien satisfaisante, quand nous voyons se produire du froid dans la dissolution d'un sel cristallisé. C'est qu'alors l'eau, pour repasser à l'état fluide, reprend ce qu'elle avoit perdu; et il faut, pour que la dissolution s'opère, beaucoup plus de calorique qu'il n'en faudroit pour dissoudre le sel sans cette circonstance.

Quand il y a combinaison, la pesanteur spécifique dans le composé est toujours plus ou moins grande que dans les combinaisons qui se détruisent pour lui donner naissance; c'est une conséquence nécessaire de la loi que nous venons d'établir.

Les degrés de chaleur font varier d'une manière très-inégale les attractions de différentes substances; ainsi, par exemple, l'ammoniaque décompose à froid le sulfate de magnésie, qu'il ne décompose pas à chaud. Ainsi le sulfate de magnésie et le muriate de soude se décomposent réciproquement à la température de zéro, tandis qu'à 20 ou 30 degrés au-dessus de ce terme, l'acide sulfurique se reporte sur la magnésie, et l'acide muriatique sur la soude.

Il se mêle encore dans la plupart des phénomènes, des anomalies dont nous ne parlerons pas avec détail, parce qu'elles nous paroissent étrangères à l'objet qui nous occupe.

Il se présente quelquefois des substances telles, que A, par exemple, décompose BC, et que B décompose

AC. Quelques chimistes ont conclu de là que A a tantôt plus, tantôt moins d'attraction que B pour C; ils ont même cherché dans ces sortes de décompositions réciproques, une arme pour combattre la théorie de l'attraction; il est en effet absurde que deux substances, toutes choses égales d'ailleurs, exercent sur une troisième une action aussi contradictoire. Aussi n'est-ce pas là ce qui se passe.

S'il se rencontre quelques anomalies dans cet ordre constant de phénomènes, c'est qu'alors il arrive quelque variation dans les circonstances qui les accompagnent, ou quelque force nouvelle qui change les conditions d'équilibre, et trouble l'ordre des attractions.

Lorsqu'on fait bouillir de l'alcali sur du prussiate de fer, celui-ci se décompose presque sur le champ; la potasse enlève à l'oxide métallique l'acide qui le constituoit bleu de Prusse, forme un prussiate soluble, et l'oxide de fer reste déposé au fond du vase. Cependant si l'on observe bien ce dépôt, on s'aperçoit qu'il contient encore de l'acide prussique, et qu'il est propre à donner du bleu. Si pour enlever ce reste d'acide on essaie de faire bouillir avec de la potasse, comme la première fois, on aura beau forcer les doses et prolonger l'ébullition, on ne parviendra jamais à ce but. Voilà donc que la potasse, qui sembloit d'abord avoir plus d'attraction que le fer pour l'acide prussique, se trouve ici en défaut pour décomposer la même combinaison dont elle avoit déjà triomphé; première anomalie. Il y a plus: si l'on fait bouillir de l'oxide de fer sur le prussiate de potasse, cette dernière substance, qui pourtant n'existe que par une décomposition du prussiate de fer par la potasse, est décomposée par l'oxide de fer, de manière qu'il semble résulter de là que la potasse a tantôt plus, tantôt moins d'attraction pour l'acide prussique que le fer; seconde anomalie.

Lorsqu'on fait bouillir de la potasse sur du prussiate de fer, il se passe sur le champ et simultanément deux choses; la potasse s'empare d'une partie de l'acide, et l'oxide de fer mis à nu se porte sur la portion du prussiate non décomposé. Lorsqu'en vertu de ce partage d'action, tout se trouve réduit en prussiate de potasse, d'une part, et en prussiate de fer avec excès de fer de l'autre, la potasse ne peut plus rien, et cela sans qu'il y ait contradiction; car ce n'est plus au même corps qu'elle a affaire; mais si on enlève le fer en excès au moyen d'une substance qui ait pour l'oxide de fer plus d'attraction que cet oxide n'en a pour le prussiate de fer, alors ce dernier est de nouveau attaquable par la potasse, avec cependant la même restriction que ci-dessus. Reprenant ainsi successivement l'oxide de fer par un acide, et traitant le résidu par la potasse, on décompose tout le prussiate de fer: de là il est aisé de concevoir que l'oxide de fer en excès est susceptible de décomposer le prussiate de potasse. On prévoit déjà ce qui va se passer dans cette expérience; l'action va se partager, et il va se former d'une part un prussiate de fer, et de l'autre un prussiate de potasse, mais de manière que celui-ci ne sera jamais décomposé en entier.

Il est facile de faire à d'autres exemples l'application de ces principes. Ainsi, l'acide muriatique ne décompose jamais qu'en partie le nitrate de cuivre; ainsi l'acide sulfurique ne

décompose qu'en partie le phosphate de chaux, etc.

Nous avons parlé d'attraction simple et d'attraction élective ; à proprement parler, il n'en existe pas dans la nature qui nous présente exclusivement des exemples de l'attraction complexe. Lorsqu'une substance est chassée par une troisième d'un composé binaire ; ou cette substance se précipite, et alors elle obéit à une quatrième force, qui se compose et de sa force d'agrégation en vertu de laquelle elle se solidifie, et de sa pesanteur. Si la substance éliminée ou le produit s'échappe à l'état de gaz, ils le font encore en vertu d'une force qui doit s'ajouter à celle qui tendoit à rompre l'équilibre établi. Enfin, si le tout ou partie reste dissous dans l'eau, ce fluide agit alors même par une force qui doit entrer en considération ; et comme il arrive toujours une de ces trois choses, il est naturel de conclure qu'il n'y a jamais action de trois forces simplement, ou attraction élective.

SECONDE SECTION,

Où l'on ramène les lois de l'attraction moléculaire, à la loi de la gravitation.

C'est à Newton que nous devons d'avoir établi l'existence de l'attraction qui anime les grandes masses, d'avoir démontré les lois qui la maîtrisent, et de les avoir fait servir à dévoiler le mécanisme du système planétaire; les mêmes lois lui avoient paru donner naissance aux phénomènes qui regardent l'attraction moléculaire ; mais sur l'identité de ces deux sortes d'attractions, Newton n'a jamais formé que des soupçons contrariés d'ailleurs par la diversité, quelquefois même par l'apparente opposition des phénomènes.

Les disciples de Descartes cherchèrent dans les phénomènes de l'attraction moléculaire de nouvelles armes pour combattre la théorie de Newton, et offrirent ainsi à leurs tourbillons chassés sans espoir de retour des espaces célestes, un asile où ils vinrent se réfugier.

D'un autre côté les Newtonniens s'attachoient à prouver que ces nouveaux phénomènes dépendoient exclusivement de l'attraction ; mais cette attraction leur paroissoit différente de celle qui anime les grandes masses ; elle étoit soumise à d'autres lois. Les uns la faisoient dépendre de la raison inverse du cube de la distance, les autres d'une raison mixte de l'inverse du carré et de l'inverse du cube.

Buffon est le seul qui ait soutenu contre les chimistes et les géomètres, l'identité de l'attraction moléculaire et de l'attraction newtonnienne. Mais son opinion à ce sujet, consacrée dans sa seconde vue de la nature, ne peut être regardée que comme un simple aperçu dénué de ces preuves rigoureuses qui commandent la conviction.

Il importe donc de faire voir que l'attraction moléculaire et l'attraction newtonienne sont une seule et même force soumise à la même loi, de montrer comment de cette loi générale émanent ces sortes de lois particulières qui distinguent l'attraction moléculaire, et de rallier ainsi au principe admirable de la gravitation, des phénomènes qui, loin de le contrarier, se réunissent pour en confirmer l'existence.

Différentes forces se combinent

avec l'attraction moléculaire dans la production des effets chimiques, et cette combinaison donne naissance à une grande variété de phénomènes, dont la plupart se refusent à la précision du calcul. Il suffit sans doute au physicien de lier à la loi générale le phénomène principal, celui d'où tous les autres émanent; et c'est là l'objet que nous nous proposons dans cette section.

Premier principe.

A distance finie, tous les corps de la nature s'attirent en raison directe des masses, et en raison inverse du carré de la distance. (*Voyez* le mot ATTRACTION.)

Second principe.

L'attraction n'appartient pas exclusivement aux masses. Toutes leurs molécules la partagent. (*Voyez* le mot ATTRACTION.)

Troisième principe.

Une masse finie quelconque peut être regardée comme composée d'un nombre infini de parties infiniment petites que j'appelle molécules élémentaires, et dont conséquemment chacune égale la masse entière divisée par l'infini. C'est sur ce principe qu'est fondée la méthode de différencier du célèbre *Léibnitz*, dont l'exactitude des résultats a toujours justifié la bonté.

L'infiniment petit et l'infiniment grand n'existent point dans la nature. La petitesse infinie des masses des molécules élémentaires, n'est donc qu'une petitesse relative, et conséquemment le résultat que nous obtiendrons ne doit être regardé que comme la limite vers laquelle tendent, sans jamais l'atteindre, les résultats de la nature.

Ces principes une fois bien constatés, soient deux masses finies quelconques M, m, dont les centres d'action sont séparés par une distance finie quelconque D : l'attraction que M exerce sur m égale $\frac{M}{D^2}$, et celle que m exerce sur M égale $\frac{m}{D^2}$, donc la somme de ces attractions, ou l'attraction totale que j'exprime par $A = \frac{M+m}{D^2}$.

A la place des deux masses finies dont il s'agit, supposons deux de leurs molécules élémentaires; rien n'est changé excepté les masses. Au lieu de deux masses finies, nous avons deux de leurs parties infiniment petites; donc, pour avoir dans ce dernier cas l'expression de l'attraction, il faut substituer $\frac{M}{\infty}$ à la place de M, et $\frac{m}{\infty}$ à la place de m; et notre formule générale $A = \frac{M+m}{D^2}$ se change en celle-ci, $A = \frac{M+m}{D^2\infty} = \frac{1}{D^2\infty}$ en faisant $M+m=1$.

Mais est-il bien vrai que cette dernière équation représente exactement la somme des actions qu'exercent l'une sur l'autre nos deux molécules élémentaires? Dans l'hypothèse où ces molécules seroient sphériques, les masses ne seroient-elles pas comme les cubes des rayons, et le rayon de chacune de ces petites sphères étant supposé infiniment petit du premier ordre, la masse seroit un infiniment petit du troisième ordre. Alors, au lieu de $A = \frac{1}{D^2\infty}$, nous aurions $A = \frac{1}{D^2\infty^3}$.

Nous allons examiner cette objection avec tout le soin que son importance commande.

1°. Personne ne dispute au géomètre le privilège d'établir ses calculs sur des bases hypothétiques, et d'en tirer des résultats qui, quoique rigoureux, n'ont pas plus de réalité que les principes qui leur ont donné naissance. Il peut donc, s'il considère les corps, leur donner, ainsi qu'à leurs molécules élémentaires, la sphéricité et l'homogénéité que leur refuse la nature. Mais ce qui est permis au géomètre ne l'est point toujours au physicien. S'agit-il d'estimer la masse d'une des molécules élémentaires d'une masse finie? Il puise dans la science qu'il cultive des moyens infaillibles et parfaitement indépendans d'une figure, dont la nature lui commande de faire abstraction, puisqu'elle s'obstine à lui en dérober la connoissance.

2°. Mais supposons, contre toute vraisemblance, que les molécules élémentaires des corps soient données d'une forme sphérique; et examinons dans cette hypothèse, la difficulté qui nous occupe.

Premier principe.

La molécule élémentaire d'une masse finie, ne peut être supposée plus petite qu'une masse infiniment petite du premier ordre. Car nous avons vu qu'on peut regarder une masse finie comme composée d'un nombre infini de parties infiniment petites, que nous appelons molécules élémentaires, et dont chacune égale la masse entière divisée par l'infini, c'est à-dire, que chacune de ces parties d'une masse finie, a et ne peut avoir qu'une masse infiniment petite du premier ordre.

Second principe.

Les masses s'estiment par les poids, et ceux-ci se composent des volumes combinés avec les densités. (*Voy.* les mots Masse, Poids, Densité.)

Cela posé, d'après le premier principe, la molécule élémentaire d'une masse finie est une masse infiniment petite du premier ordre; donc, suivant le second principe, le produit de son volume par sa densité doit toujours égaler $\frac{1}{\infty}$: donc si le volume $= \frac{1}{\infty}$, la densité $= 1$; si le volume devient $\frac{1}{\infty^2}$, la densité $= \infty$: enfin, si le volume devient $\frac{1}{\infty^3}$, la densité devient nécessairement ∞^2, sans quoi la masse de la molécule ne resteroit point infiniment petite du premier ordre, et ne pourroit conséquemment plus être regardée comme une partie infiniment petite d'une masse finie. Or, dans l'hypothèse où la molécule devient une sphère homogène d'un rayon infiniment petit, le volume étant comme le cube du rayon, devient égal à $\frac{1}{\infty^3}$: donc alors la densité devient nécessairement ∞^2, afin que la masse de la molécule reste toujours égale à $\frac{1}{\infty}$

En un mot, $\frac{1}{\infty^3}$ exprime le volume d'une sphère homogène d'un rayon infiniment petit; mais ce volume ne peut représenter la molécule élémentaire d'une masse finie, c'est-à-dire, une masse infiniment petite du premier ordre, qui est toujours égale à $\frac{1}{\infty}$.

On me dira peut-être : lorsqu'il s'agit d'une sphère supposée homogène, telle par exemple que le globe que nous habitons, on substitue sans erreur sensible les cubes des rayons à la place des masses. Oui, sans doute, mais ici la densité est finie, elle est exprimée par l'unité. Les masses sont donc directement comme les volumes; mais si à une masse infiniment petite du premier ordre on donne une forme telle que le volume devienne infiniment petit du second ou du troisième ordre, il n'est plus permis, sans altérer la masse, de lui substituer le volume. Il faut alors tenir compte de la densité qui, pour que la masse reste la même, doit nécessairement augmenter dans le même rapport que le volume diminue.

Mais ne peut-on pas supposer que la densité de la molécule restant finie, son volume devienne $\frac{1}{\infty^3}$? Non, sans doute, car il s'agit ici de l'élément ou d'une partie infiniment petite d'une masse finie, qui est nécessairement un infiniment petit du premier ordre: donc, si son volume devient $\frac{1}{\infty^3}$, sa densité ne peut rester finie. S'il en étoit autrement, sa masse deviendroit un infiniment petit du troisième ordre; dès-lors elle seroit l'élément d'une masse infiniment petite du second ordre, et cesseroit d'être la molécule élémentaire d'une masse finie.

Il est donc évident que $\frac{1}{\infty^3}$ ne peut exprimer la masse de la molécule élémentaire d'une masse finie, même dans l'hypothèse de sa sphéricité et de son homogénéité : d'où il résulte que que je n'ai pu représenter exactement une partie infiniment petite d'une masse finie quelconque M, que par $\frac{M}{\infty}$; et conséquemment que l'équation $A = \frac{M+m}{D^2 \infty}$ est l'expression fidèle de la somme des actions qu'exercent l'une sur l'autre nos deux molécules élémentaires.

Cela posé, faisons varier la distance D qui sépare nos deux molécules élémentaires, suivant cette série 1, 2, 3, 4..... ∞, l'attraction variera suivant cette progression géométrique décroissante.

$$\frac{M+m}{\infty}, \frac{M+m}{4\infty}, \frac{M+m}{9\infty}, \frac{M+m}{16\infty} \ldots\ldots\ldots \frac{M+m}{\infty^2 \times \infty} \text{ ou } \frac{M+m}{\infty^3}$$

qui donne le rapport inverse du carré de la distance ; mais toujours, c'est-à-dire, à une distance finie quelconque, l'attraction est infiniment petite ou nulle.

Faisons à présent évanouir la distance finie qui sépare les molécules élémentaires.

Dans cette supposition $D = \frac{1}{\infty}$; donc la formule

$$A = \frac{M+m}{D^2 \infty} \text{ devient } A = \frac{\frac{M+m}{\infty}}{\frac{1}{\infty^2}} = \frac{M+m \times \infty^2}{\infty} = M + m \times \infty$$

Donc, au moment où la distance qui séparoit les molécules devient infiniment petite, c'est-à-dire, au contact, l'attraction devient infinie.

Il suit de là que si la distance varie suivant cette série $0, 1, 2, 3, 4 \ldots\ldots \infty$, l'attraction variera suivant cette loi,

$$\overline{M+m} \times \infty, \frac{M+m}{\infty}, \frac{M+m}{4\ \infty}, \frac{M+m}{9\ \infty}, \frac{M+m}{16\ \infty} \ldots\ldots \frac{M+m}{\infty^3}$$

qui, en divisant tout par $M+m$, se change en celle-ci,

$$\infty, \frac{1}{\infty}, \frac{1}{4\ \infty}, \frac{1}{9\ \infty}, \frac{1}{16\ \infty} \ldots\ldots \frac{1}{\infty^3}.$$

Jusqu'ici nous avons envisagé des molécules élémentaires isolées, considérons à présent des molécules réunies en masse; un cône, par exemple, touchant par son sommet une molécule élémentaire qu'il attire. Concevons ce cône, divisé en tranches infiniment minces parallèles à sa base; les distances de ces tranches à la molécule attirée, croissent depuis le sommet jusqu'à la base suivant cette série $0, 1, 2, 3, 4 \ldots\ldots \infty$, donc l'action de la molécule du sommet sur la molécule attirée qu'elle touche $= \infty$, l'attraction de chacune des molécules situées dans la tranche qui suit immédiatement $= \frac{1}{\infty}$, donc l'action de la tranche entière $= 1$, puisque la distance qui la sépare de la molécule attirée, est exprimée par 1, et que sa masse est comme le carré de cette distance. L'attraction de chacune des molécules qui se trouvent dans la tranche suivante $= \frac{1}{4\ \infty}$, donc l'action de la tranche entière, située à une distance comme 2 de la molécule attirée $= 1$; il en est de même des tranches suivantes, comme il est aisé de s'en assurer par un raisonnement semblable au précédent: donc en commençant par le sommet du cône, l'action de chacune des tranches infiniment minces qui le composent sur une molécule élémentaire placée à son sommet, suit cette loi $\infty, 1, 1, 1, 1, \ldots\ldots 1$; et conséquemment l'attraction est infiniment plus grande au contact qu'à une distance finie quelconque.

Les moyens qui nous ont conduit à ce résultat peuvent faire naître des doutes sur son exactitude. Il importe d'en justifier la bonté, en y parvenant par une méthode différente de celle qui nous a servi à le trouver. Si l'on conçoit le cône divisé en tranches infiniment minces, parallèles à sa base, l'action de chaque tranche sur la molécule élémentaire qui touche le sommet, est égale à sa masse divisée par le carré de sa distance à la molécule attirée; et comme la masse est proportionnelle à ce carré, l'action de chaque tranche est égale à 1; mais le sommet du cône qui touche la molécule attirée, n'embrasse et ne peut embrasser qu'une molécule dont la masse est $\frac{1}{\infty}$, Le carré de sa distance à la molécule attirée est $\frac{1}{\infty^2}$: donc

son action sur cette molécule, égale $\frac{1}{\frac{1}{\infty}} = \infty$: donc à commencer par le $\frac{1}{\infty^2}$

sommet, l'action des tranches qui composent le cône sur une molécule élémentaire touchant le sommet, suit cette loi ∞, 1, 1, 1..... 1; résultat parfaitement conforme au précédent.

La plupart des géomètres et des physiciens ont prétendu et prétendent peut-être encore que, dans l'hypothèse même du contact, le sommet du cône et chacune des tranches qui le composent, exercent une action égale sur une molécule élémentaire. Concevons, disent-ils, un cône touchant par son sommet une molécule élémentaire qu'il attire, partagé en tranches infiniment minces, parallèles à sa base : l'attraction de chaque tranche est, comme sa base, divisée par le carré de sa distance au sommet du cône; or la masse est aussi proportionnelle à ce carré : donc son attraction, qu'on désigne par $a = \frac{D^2}{D^2} = 1$; et parce qu'il en est de même de chaque tranche, l'attraction d'un cône sur une molécule élémentaire qui touche le sommet, est comme la somme de ses tranches, c'est-à-dire, comme la longueur du cône.

Il est visible que ces physiciens ont conçu le cône engendré par le mouvement d'une surface, et pris le sommet du cône pour la tranche élémentaire. S'il en étoit autrement, D^2 n'exprimeroit pas sa masse, et conséquemment, on n'auroit point eu pour expression de l'attraction exercée par le sommet sur la molécule élémentaire qu'il touche, $\frac{D^2}{D^2} = 1$.

Si nous sommes parvenus à un résultat contraire, c'est que nous avons envisagé le sommet du cône, comme n'embrassant qu'une molécule élémentaire. Nous concevons ce solide engendré par la révolution d'un des côtés d'un triangle; et dans l'hypothèse de cette formation, le sommet du cône n'est qu'un point, et ne peut conséquemment embrasser qu'une molécule élémentaire. Nous laissons aux physiciens le soin de juger laquelle de ces deux manières de concevoir la formation du cône, est plus conforme aux principes sévères de la *Géométrie d'Euclide*.

L'attraction que les corps terrestres exercent les uns sur les autres est absorbée par l'attraction que la terre exerce sur chacun d'eux; et celle-ci, à son tour, est absorbée par l'attraction moléculaire; car, en supposant que la masse de la terre soit infinie par rapport à une masse infiniment petite, l'attraction que la terre exerce sur une molécule élémentaire, égale $\frac{\infty}{D^2}$, fraction qui approche d'autant plus de l'infiniment petit, que D approche davantage de l'infiniment grand. Deux molécules élémentaires mises en contact, exercent l'une sur l'autre une action $= \infty$: Donc la force que fait naître dans une molécule élémentaire l'attraction de la terre, est très-inférieure à celle qui lui est imprimée par le contact d'une molécule semblable.

Soit une molécule élémentaire située à une distance finie quelconque d'une sphère homogène qui l'attire.

Toutes les parties de la sphère attirant, suivant la loi inverse des carrés de leurs distances, la sphère attire selon la loi inverse du carré de la distance de son centre. On a conclu de là que si la molécule est transportée sur la surface de la sphère, l'action de la sphère sur la molécule devient proportionnelle au rayon : conclusion fausse, à laquelle on a été conduit par le défaut de considération de l'attraction moléculaire. Lorsque la molécule élémentaire est placée sur la surface de la sphère, elle est en contact avec une des molécules du solide, dont l'action $= \infty$. La molécule de la sphère, située à l'extrémité opposée du même diamètre, exerce sur la molécule attirée une action $= \frac{1}{\infty}$. Donc les deux molécules de la sphère, dont l'une touche la molécule attirée, et dont l'autre est située à l'extrémité opposée du même diamètre, n'agissent point comme elles agiroient, si elles étoient réunies au centre ; et conséquemment l'action d'une sphère sur une molécule élémentaire qu'elle touche, n'est pas proportionnelle au rayon.

Invoquons à l'appui de cette conclusion le témoignage de l'expérience. Sur deux sphères de même matière, de cuivre par exemple, dont les rayons sont dans le rapport de 1 à 2, si l'on place deux molécules semblables quelconques, l'action du métal sur la molécule est très-sensiblement la même dans les deux globes : d'où il résulte qu'elle n'est pas proportionnelle au rayon.

Les formules analytiques ne sont sans doute qu'une expression très-concise d'un raisonnement qui doit souvent emprunter, surtout dans les sciences physiques, un langage vulgaire pour devenir généralement intelligible. Tâchons donc de faire voir, sans le secours du calcul, que deux molécules élémentaires en contact, doivent exercer l'une sur l'autre une action infinie, par là même qu'elle est en raison directe des masses, et en raison inverse du carré de la distance. Si les masses de deux corps finis qui s'attirent, deviennent infiniment petites, l'attraction qu'ils exercent l'un sur l'autre éprouve, sous le rapport des masses, une diminution infinie. Mais si ces masses, devenues infiniment petites, sont en contact, leurs centres d'action se trouvent infiniment rapprochés : donc l'attraction, suivant la loi inverse du carré de la distance augmente infiniment plus par le rapprochement des centres d'action, qu'elle ne diminue par l'extrême petitesse des masses : donc l'attraction est infinie.

AURORE. Lumière qui se montre vers l'orient quelque temps avant le lever du soleil. Elle est connue sous le nom de *point du jour*, ou *crépuscule du matin*. (*Voyez* le mot Crépuscule.)

AURORE AUSTRALE. Phénomène lumineux, qui produit vers le sud ou le pôle austral des effets semblables à ceux que présente l'*aurore boréale* vers le nord ou le pôle boréal. (*Voyez* Aurore boréale).

L'existence de l'aurore australe a paru équivoque jusqu'à ce que don *Antoine de Ulloa*, l'un des deux officiers nommés par le roi d'Espagne, pour faire, avec les académiciens de France, le voyage de l'équateur, a fait, en doublant le cap de Horn, des observations précises qui nous donnent à cet égard une entière certitude. Elles

sont consignées dans une lettre qu'il écrivit de Rouen, le 28 avril 1750, à M. de *Mairan*, qui l'a insérée dans son *Traité physique et historique de l'aurore boréale*, seconde édition, page 439. Don *Antoine de Ulloa* rapporte, dans cette lettre, que lorsque les brouillards se dissipoient du côté du sud, il avoit vu une grande clarté dans le ciel, qui montoit quelquefois jusqu'à 30 degrés au-dessus de l'horizon, à peu près comme quand la lune est prête à se lever, quelquefois plus rougeâtre, et quelquefois plus brillante ou plus blanche. Que ces phénomènes n'avoient qu'une durée de trois ou quatre minutes, parce qu'un nouvel amas de brouillards en reprenoit la place; et si celui-ci venoit à être dissipé par le vent, il en succédoit bientôt un autre qui lui empêchoit de voir l'horizon. Cette grande clarté ne pouvoit être autre chose qu'une *aurore australe*. Le même observateur ajoute : je pense qu'elles doivent être fréquentes dans l'hiver de cet hémisphère, puisque toutes les fois que les nuages le permettoient, et que le ciel venoit à se découvrir du côté du pôle, j'en apercevois quelque chose.

Quant à la cause des aurores australes, elle est probablement la même que celle qui produit les aurores boréales.

AURORE BORÉALE. Météore lumineux qui se montre ordinairement du côté du nord, et dont la clarté, lorsqu'elle est voisine de l'horizon, ressemble à celle de l'aurore.

Les premières connoissances acquises de cet important phénomène vont se perdre dans les siècles les plus reculés. Les écrits d'*Aristote*, de *Pline*, de *Sénèque*, etc., offrent des traces marquées de son existence. Nous devons à des auteurs plus modernes, tels que de *Mairan* et *Mussembrock*, des descriptions bien circonstanciées de ce météore. Il résulte de leurs fréquentes observations, que les aurores boréales ne paroissent que très-rarement dans la partie la plus cultivée de l'Europe, qui est plus éloignée du pôle; que si quelquefois cette lumière brille vers le midi, elle a cependant toujours son origine vers le nord, et que conséquemment on doit regarder le pôle boréal comme le foyer des aurores boréales.

Ce météore se montre le plus souvent deux, trois ou quatre heures tout au plus après le coucher du soleil, c'est-à-dire qu'il arrive presque toujours le soir, et presque jamais le matin après minuit, lorsque les nuits sont un peu longues. Les grandes aurores boréales commencent ordinairement peu de temps après la fin du crépuscule, et quelquefois auparavant.

On aperçoit d'abord vers le septentrion une espèce de brouillard assez obscur, avec un peu plus de clarté vers l'ouest que dans le reste du ciel, c'est-à-dire plus qu'il ne convient qu'il n'y en ait, par rapport à l'heure du crépuscule, s'il est encore sur l'horizon.

Le brouillard septentrional se range ordinairement à peu près sous la forme d'un segment de cercle étendu sur l'horizon, ou dont l'horizon fait la corde. La partie visible de sa circonférence se trouve bientôt bordée d'une lumière blanchâtre, d'où résulte un arc lumineux, ou plusieurs arcs concentriques; lorsque le premier est bordé lui-même d'une partie de cette matière obscure de l'intérieur du segment, et que celle-ci l'est à son tour

d'une matière lumineuse ; et ainsi de suite jusqu'à deux ou trois.

Viennent ensuite les jets et les rayons de lumière diversement colorés, qui partent de l'arc, ou plutôt du segment obscur et lumeux, où il se fait presque toujours une brèche éclairée, de laquelle les rayons semblent partir.

Quand le météore s'agrandit, et qu'il doit se répandre à une grande distance, on aperçoit un mouvement général et une espèce de trouble dans toute sa masse, tant à cause des brèches fréquentes qui se forment et qui se détruisent successivement dans le le segment obscur, et dans l'arc, que par les vibrations de lumière et les éclairs dont cette masse embrasée est le foyer.

Ce n'est jamais qu'après cet incendie, et par une grande extension de la matière boréale, qu'on voit au zénith une espèce de couronne, un point de réunion, où tous les mouvemens d'alentour paroissent concourir, et qui fait comme la clef d'une voûte, ou, comme quelques-uns l'ont exprimé, le sommet d'un pavillon ou d'une tente. C'est là le moment où le météore se montre avec plus de magnificence, tant par la variété des objets que par la beauté des couleurs, dont la plupart se trouvent peints. Il diminue ensuite de grandeur et de clarté, et finit par s'éteindre, non à la vérité sans des reprises qui renouvellent quelquefois le spectacle des jets de lumière, des éclairs, des couronnes et des couleurs plus ou moins vives qui semblent voltiger dans l'atmosphère. Mais enfin le mouvement cesse, la lumière se rapproche de plus en plus de l'horizon, elle quitte les régions méridionales, orientales et occidentales du ciel pour se fixer vers le nord. Le segment obscur se dissipe, il devient lumineux : c'est d'abord une clarté assez denc près de l'horizon, plus rare à quelques degrés au-dessus, et qui se perd insensiblement dans le ciel, qui diminue quelquefois avec rapidité, quelquefois avec lenteur, et qu'on voit enfin disparoître entièrement, si elle ne se joint au crépuscule du matin.

De *Mairan* attribuoit les aurores boréales à l'atmosphère solaire prolongée vers la terre. Cette explication, qui fut d'abord adoptée avec une espèce d'enthousiasme, n'est plus admissible aujourd'hui qu'il paroît bien prouvé, que l'atmosphère solaire ne peut s'étendre jusqu'à l'atmosphère terrestre. (*Voyez* LUMIÈRE ZODIACALE).

La plupart des physiciens modernes répètent aujourd'hui, d'une manière vague et insignifiante, que les aurores boréales ne sont autre chose que des phénomènes électriques.

Tâchons d'expliquer ce météore d'une manière plus satisfaisante, en démêlant les causes qui se compliquent dans sa production. L'explication que je vais donner n'est pas nouvelle. Mon traité de physique la renferme. A l'époque de sa publication, le plus grand nombre des savans l'ont adoptée. Les physiciens du Nord, mieux situés que nous pour bien connoître ce phénomène, et pour apprécier sa cause, lui ont fait surtout un accueil si favorable que je l'offre aujourd'hui au public éclairé avec la plus grande confiance.

Premier principe. Si l'on excite l'étincelle électrique dans un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, il en résulte de l'acide nitrique, de l'acide

nitreux, ou du gaz nitreux, suivant le rapport qui existe entre le gaz oxigène et le gaz azote qui composent le mélange.

Deuxième principe. L'acide nitrique, exposé au soleil, prend plus de couleur et de volatilité. *Sehécle* a observé le premier ce phénomène : il a aussi fixé mon attention. J'ai posé un récipient sur une soucoupe contenant de l'acide nitrique, et exposée à l'action des rayons solaires. Quelques minutes après, l'acide a été coloré, et le récipient rempli de vapeurs rouges et volatiles qui s'y sont long-temps soutenues, en répandant une clarté semblable à celle des aurores boréales.

Troisième principe. Dans les flacons qui contiennent de l'acide nitreux on aperçoit toujours au-dessus de l'acide une vapeur rouge et volatile qui ne se condense jamais. (*Voy.* ACIDE NITREUX).

Quatrième principe. Le gaz nitreux, en contact avec l'air atmosphérique, exhale des vapeurs rutilantes qui s'envolent dans l'atmosphère.

Cinquième principe. Le gaz hydrogène qui se dégage de la surface du globe, va occuper dans les hautes régions de l'atmosphère une place marquée par sa pesanteur spécifique.

Sixième principe. La chaleur solaire a très-peu d'activité dans les régions polaires.

Tous ces principes reposent sur des observations et des expériences faites avec la plus grande exactitude. Leur donner ici toute l'étendue dont ils sont susceptibles, ce seroit répéter des faits et des raisonnemens qui sont suffisamment développés dans les articles respectifs de cet ouvrage.

Une simple combinaison de ces principes fait voir, 1°. que la production du gaz hydrogène doit être presque nulle dans les régions polaires; 2°. que les hautes régions de l'atmosphère polaire ne contiennent que très-peu ou point de gaz hydrogène; 3°. que toutes les fois qu'il y a rétablissement d'équilibre du fluide électrique dans l'atmosphère polaire, ce fluide ne peut trouver sur son passage qu'un mélange de gaz azote et de gaz oxigène; 4°. que l'étincelle électrique doit fixer et combiner ces substances gazeuses; 5°. qu'il doit résulter de cette combinaison une production d'acide nitrique, d'acide nitreux ou de gaz nitreux, suivant le rapport qui existe entre le gaz oxigène et le gaz azote qui composent le mélange; 6°. que la production de l'acide nitrique, de l'acide nitreux ou du gaz nitreux doit donner naissance à des vapeurs rouges et volatiles qui s'élèvent dans l'atmosphère pour y former le météore connu sous le nom d'aurore boréale.

Mais, dira-t-on, si les aurores boréales prennent leur origine dans la combinaison du gaz azote et du gaz oxigène, produite par le rétablissement d'équilibre du fluide électrique, pourquoi les aurores boréales ne se forment-elles jamais dans la zone torride et dans les zones tempérées, où se trouvent cependant réunis dans l'atmosphère les trois élémens qui concourent à la production de l'acide nitrique, de l'acide nitreux et du gaz nitreux.

La réponse à cette objection est bien simple. Dans les zones tempérées et surtout dans la zone torride, la chaleur solaire a beaucoup d'activité et de durée; d'où doit résulter dans ces contrées un dégagement considérable de gaz hydrogène, qui ne pou-

vant être décomposé par l'air commun, s'élève en vertu de sa légèreté dans les hautes régions de l'atmosphère. Il arrive donc dans les zones torride et tempérées, toutes les fois qu'il y a rétablissement d'équilibre du fluide électrique, il arrive, dis-je, que l'étincelle électrique trouve dans l'atmosphère un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, et un mélange de gaz oxigène et de gaz hydrogène. L'expérience prouve que l'étincelle électrique fixe et combine de préférence les gaz qui composent le second mélange. Cette combinaison est toujours accompagnée d'une détonation et d'une production d'eau, proportionnelle à la quantité des fluides gazeux sur lesquels l'étincelle électrique exerce son activité.

C'est ce qui arrive dans les zones torride et tempérées. Le rétablissement d'équilibre du fluide électrique fixe le mélange de gaz hydrogène et de gaz oxigène, qui se trouve dans l'atmosphère. Le tonnerre, la foudre et la pluie sont l'effet subit de cette combinaison. (*Voy.* les mots Tonnerre, Foudre, Pluie d'orage.) Il n'en est pas ainsi dans les régions polaires : lorsque, dans ces contrées, il y a rétablissement d'équilibre du fluide électrique, l'étincelle électrique ne trouve point du gaz hydrogène dans les hautes régions de l'atmosphère : elle doit donc diriger toute son activité sur un mélange de gaz azote et de gaz oxigène : de là la production de l'acide nitrique, de l'acide nitreux ou du gaz nitreux, suivant le rapport qui existe entre le gaz oxigène et le gaz azote qui composent le mélange : de là la formation de ces vapeurs rutilantes qui donnent naissance aux aurores boréales.

C'est en combinant cette explication des aurores boréales avec celle que je donne du tonnerre et des pluies d'orage, (*Voyez* Tonnerre, Pluie d'orage) qu'on concevra clairement, 1°. pourquoi les pôles sont le séjour exclusif des aurores boréales; 2°. pourquoi la foudre n'éclate jamais dans les régions polaires (1); 3°. pourquoi les zones torride et tempérées sont le théâtre favori de la foudre; 4°. pourquoi les orages sont plus communs et plus violens dans la zone torride que dans les zones tempérées.

Examinons un instant les phénomènes qui accompagnent les aurores boréales, et voyons s'ils se plient avec facilité à l'hypothèse que nous proposons pour expliquer ce météore.

Premier phénomène. Les aurores boréales sont quelquefois accompagnées de légères détonations.

Dans les régions polaires la production du gaz hydrogène est presque nulle à raison du peu d'activité de la chaleur solaire. Il est cependant vrai qu'en été la longue durée de la présence du soleil sur l'horizon y cause une chaleur assez considérable pour produire le dégagement de quelques bulles de gaz hydrogène, qui s'envolent dans les hautes régions de l'atmosphère polaire; d'où il résulte que si le rétablissement d'équilibre du fluide électrique a lieu dans l'atmosphère polaire, lorsque ses couches supérieures contiennent cette substance gazeuse, l'étincelle électrique doit exercer sur elle une partie de son activité, et produire de légères détonations.

(1) Il ne tonne jamais dans le Groënland ni dans la baie d'Hudson. (*Mussembrock*, tom. 3, p. 414.)

Deuxième phénomène. La plupart des aurores boréales paroissent se mouvoir du nord vers le sud; on en voit quelquefois dont le mouvement est dirigé vers l'orient ou l'occident.

L'acide nitrique, l'acide nitreux, et le gaz nitreux, qui donnent naissance aux aurores boréales, ont leur origine vers les pôles. Ces substances exhalent des vapeurs rutilantes qui, en s'élevant dans l'atmosphère, doivent diriger leur mouvement vers le lieu qui leur présente moins de résistance; d'où il suit que les vapeurs rayonnantes doivent tendre vers le midi, où l'air, toujours moins dense que vers le nord, leur offre un passage plus libre et plus facile. Il peut se faire aussi que dans le même temps que les vapeurs rutilantes se forment, un vent du Nord, venant à souffler dans la région supérieure de l'atmosphère, leur donne une forte impulsion qui détermine leur mouvement, tantôt vers le midi, tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident.

Troisième phénomène. Les aurores boréales se présentent quelquefois sous la forme de colonnes lumineuses qui ont différentes figures et différentes directions. Les unes sont pyramidales, les autres cylindriques; on en voit qui sont courbées sous forme d'arc. Lorsqu'elles sont poussées avec beaucoup d'activité, elles se rendent jusqu'au zénith du spectateur. Celles dont le mouvement est encore plus rapide, vont au-delà de ce zénith, quelquefois même jusqu'à l'horizon méridional. Elles ne montent pas toujours directement du centre de la nue vers le zénith du spectateur; elles prennent quelquefois une direction latérale, surtout la nue qui leur donne naissance se trouve suspendue entre le nord et l'orient ou l'occident.

Lorsque le rétablissement d'équilibre du fluide électrique fixe et combine une grande quantité de gaz azote et de gaz oxigène, les vapeurs rutilantes résultant de cette combinaison doivent occuper un grand espace dans l'atmospbère. Ces vapeurs, d'une étendue considérable, poussées du nord au sud, doivent quelquefois se diviser, recevoir différentes directions, et se porter tantôt perpendiculairement, tantôt parallèlement à l'horizon, tantôt au-dessus du parallélisme de la terre; d'où il suit que les aurores boréales doivent quelquefois se présenter aux regards de l'observateur sous la forme de colonnes, dont le nombre, la figure et la direction sont déterminés par les circonstances. Il peut aussi arriver que ces colonnes lumineuses restent quelque temps immobiles, par rapport à l'horizon. Cela doit être toutes les fois qu'un vent du nord poussera la nuée lumineuse vers une partie quelconque du sud, avec la même force que les exhalaisons de l'air sont poussées vers elles par un vent du midi.

Quatrième phénomène. Les aurores boréales ne brillent pas toutes d'une lumière également vive; les unes ont une lumière douce et tranquille, les autres brillent d'une lumière très-resplendissante.

Les vapeurs qui se dégagent de l'acide nitrique exposé à l'activité des rayons solaires, répandent une lumière douce, d'un rouge clair tirant sur le jaune; celles qu'on aperçoit au-dessus de l'acide nitreux sont d'un rouge foncé; celles qu'exhale le gaz nitreux en contact avec l'air atmosphérique, sont d'abord d'un rouge assez foncé, qui vient ensuite d'autant plus clair, que ces vapeurs s'étendent

davantage dans l'atmosphère. Les colonnes ou verges lumineuses que présentent les aurores boréales, auront donc différentes couleurs, suivant que les vapeurs rutilantes prendront naissance dans la formation de l'acide nitrique, de l'acide nitreux ou du gaz nitreux.

Quelques physiciens attribuent encore les aurores boréales à la matière électrique qui, suivant eux, se rend de tous côtés vers les pôles, lorsque des circonstances favorables à son expansibilité lui permettent de s'élever jusqu'aux couches supérieures de l'atmosphère.

Expérience. On prend une bouteille qui ait à peu près la forme et la grandeur d'un flacon; on pratique une soupape ou un robinet à son goulot; on pompe l'air le plus exactement possible; on présente ensuite le ventre de la bouteille au conducteur électrisé; on la voit briller intérieurement et répandre une clarté à peu près semblable à celle des aurores boréales.

Telle est l'expérience sur laquelle on fonde le raisonnement suivant: la lumière des feux électriques imite la lumière des aurores boréales; donc l'électricité est la cause de ce météore.

Pour dévoiler la fausseté de cette conclusion, il importe de remarquer, 1°. que dans l'expérience que nous venons de décrire, si l'air est pompé le plus exactement qu'il est possible, l'intérieur de la bouteille jette une clarté semblable à celle des aurores boréales; 2°. que si le vide n'est pas bien fait, l'intérieur de la bouteille répand une lumière très-foible; 3°. qu'on n'aperçoit absolument aucune lueur dans l'intérieur de la bouteille, lorsqu'on la présente au conducteur électrisé avant d'en avoir pompé l'air. D'où il résulte que le fluide électrique ne peut répandre une lumière resplendissante, que lorsqu'il se meut dans le vide, et que conséquemment si l'électricité produit les aurores boréales, il faut que ce météore prenne naissance hors de notre atmosphère: or, loin qu'il soit probable que les aurores boréales se forment à une si grande distance, il est au contraire très-vraisemblable que le lieu de leur origine n'est pas très-éloigné de nous, 1°. parce que ce météore paroît sous la forme d'un nuage semblable aux autres nuages que nous voyons journellement voltiger dans l'atmosphère; 2°. parce qu'il arrive assez souvent qu'on ne peut observer une aurore boréale de deux endroits différens, quoique peu éloignés l'un de l'autre; 3°. parce que les aurores boréales sont quelquefois accompagnées de légères détonations qui sont sensibles sur la surface de la terre, et qu'il seroit cependant impossible d'entendre, si ce météore se formoit au-delà de notre atmosphère; 4°. il arrive quelquefois que la nuée lumineuse se tient fixement, pendant un certain temps, à la même hauteur au-dessus de l'horizon; donc elle partage le mouvement qui anime l'atmosphère, et conséquemment les aurores boréales prennent leur origine dans le sein de l'atmosphère.

Tous ces motifs se fortifient par le témoignage des physiciens qui ont observé avec le plus de soin le météore qui nous occupe. *Mussembrock* atteste hautement que les aurores boréales prennent naissance dans l'atmosphère. *Kraff* qui, dans l'espace de onze ans, a observé 141 aurores

boréales, prétend que ce météore est accompagné de phénomènes qui donnent tout lieu de croire que l'atmosphère est le lieu de son origine.

Il paroît donc que les aurores boréales ont leur siége dans l'atmosphère; et si cela est vrai, puisque la matière électrique ne brille que lorsqu'elle se meut dans le vide, il faut conclure que l'électricité ne peut être la cause des aurores boréales, et qu'elle n'influe sur leur existence qu'autant qu'elle fixe les substances aériformes dont la combinaison fait naître ce météore.

Mais en accordant que les aurores boréales se forment hors de notre atmosphère, et que, sous ce rapport, elles peuvent avoir l'électricité pour cause, comment expliquer, dans cette hypothèse, les circonstances qui accompagnent ce météore?

1°. Le fluide électrique qui se meut dans le vide, répand, il est vrai, une clarté resplendissante; mais ce phénomène n'est accompagné d'aucun bruit, d'aucune détonation. Quelle sera donc la cause de ces légères explosions qui se font entendre pendant l'apparition de certaines aurores boréales, si ce météore est produit par le fluide électrique qui se meut dans le vide, au-dessus de l'atmosphère.

2°. Si les aurores boréales ont pour cause le fluide électrique qui s'élève au-dessus de l'atmosphère, il paroît qu'elles doivent être plus fréquentes et plus vives, dans les régions où le fluide électrique est plus abondant, et où agissent avec plus d'activité les causes propres à favoriser son expansibilité et son élévation au-dessus de l'atmosphère; or, 1°. dans l'atmosphère de la zone torride, le fluide électrique est plus abondant que dans l'atmosphère polaire, parce qu'il s'élève sans cesse dans ces régions, une grande quantité de vapeurs qui emportent le fluide électrique de la terre, d'après les expériences de *Saussure*, confirmées par celles de *Lavoisier*. 2°. Les causes propres à favoriser l'expansibilité du fluide électrique, et son élévation au-dessus de l'atmosphère, ont plus de force et d'énergie dans la zone torride que dans la zone glaciale: car dans la zone torride, la chaleur est extrême, et par conséquent l'air très-dilaté. Une chaleur extrême favorise l'expansibilité du fluide électrique, une grande dilatation de l'air facilite son élévation au-dessus de l'atmosphère: d'où il suit que les aurores boréales devroient être plus fréquentes et plus vives dans la zone torride que dans la zone glaciale, si elles devoient l'existence à la matière électrique. Si les conséquences sont justes, comment pourra-t-on les concilier avec le séjour exclusif des aurores boréales dans les régions polaires?

AUSTRAL. Épithète que l'on donne à tout ce qui vient du sud ou du midi, ou qui est dans cette partie du monde. Le pôle *austral*, par exemple, est le pôle sud ou le pôle méridional; les signes du zodiaque qui sont situés du côté du midi, sont appelés signes australs ou méridionaux.

AUSTRAL (Hémisphère). *Voy.* Hémisphère austral.

AUSTRAL (Poisson). *Voyez* Poisson austral.

AUSTRAL (Triangle). *Voyez* Triangle austral.

AUSTRALE (Aurore). *Voyez* Aurore australe.

AUSTRALE (Couronne). *Voy.* Couronne australe.

AUTEL. C'est le nom d'une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est placée dans la Voie lactée, entre l'Équerre et la Règle, et le Télescope, au-dessus du Triangle austral, et au-dessous du Scorpion. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. *La Caille* en a donné une figure très-exacte, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, *pl.* 20.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon : les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale, qui les empêche de se lever jamais pour nous.

AUTOMATE. On a donné ce nom à toute pièce mécanique qui se compose de parties mises en jeu par une puissance quelconque, pourvu que cette puissance entre comme élément dans la construction de la machine. Nos horloges, nos montres, les sphères mouvantes, les tableaux mouvans, sont de véritables automates. Mais ce qui a été fait de mieux dans ce genre, ce sont les automates imaginés et exécutés avec adresse par le célèbre Vaucanson, de l'Académie royale des Sciences; savoir, *son Flûteur*, qui jouoit différens airs de la flûte allemande, avec une justesse surprenante, et cela en faisant usage de ses lèvres pour l'embouchure de la flûte, et de ses doigts pour la modulation des tons. Son *Provençal* qui, en se servant de la bouche et d'une de ses mains, jouoit du flageolet, et de l'autre y accordoit le son du tambourin. Son *Canard*, qui prenoit du grain avec le bec, l'avaloit, le trituroit, et le rendoit ensuite par les voies ordinaires, dans l'état apparent d'un grain digéré.

Nous avons donné, à l'article *Androïde*, la description du *Flûteur* de *Vaucanson*. (*Voyez* Androïde).

Dans son *Canard*, il représente le mécanisme des viscères destinés aux fonctions de la digestion; le jeu de toutes les parties nécessaires à ces actions, y est parfaitement imité; il allonge son cou pour aller prendre du grain dans la main; il l'avale, le digère, et le rend par les voies ordinaires tout digéré; tous les gestes d'un canard qui avale avec précipitation, et qui redouble de vitesse dans le mouvement de son gosier, pour faire passer ses alimens jusque dans l'estomac, y sont copiés d'après nature : l'aliment y est digéré comme dans les vrais animaux, par dissolution, et non par simple trituration; la matière digérée dans l'estomac, est conduite par des tuyaux, comme dans l'animal par ses boyaux, jusqu'à l'anus, où il y a un sphincter qui en permet la sortie.

Vaucanson ne donne pas cette digestion pour une digestion parfaite, propre à faire du sang et des sucs nourriciers, pour l'entretien de l'animal. Il prétend seulement imiter le mécanisme de cette action en trois points, qui sont, 1°. d'avaler le grain, 2°. de le macérer, cuire ou dissoudre, 3°. de le faire sortir, après avoir éprouvé une altération sensible.

Les anatomistes n'ont rien à désirer relativement à la construction de ses ailes. On a imité os par os, toutes les éminences qu'ils appellent *apophises*. Elles y sont régulièrement observées, comme les différentes charnières, les cavités, les courbes. Les trois os qui composent l'aile, y sont très-distincts : le premier, qui est *l'humérus*, a son mouvement de rotation en tout sens, avec l'os qui fait

l'office d'omoplate; le second, qui est le *cubitus* de l'aile, a son mouvement avec *l'humérus*, par une charnière, que les anatomistes appellent *parginglyme*; le troisième, qui est le *radius*, tourne dans une cavité de *l'humérus*, et est attaché par les autres bouts, aux petits os du bout de l'aile, de même que dans l'animal.

Pour faire connoître que les mouvemens de ces ailes ne ressemblent point à ceux que l'on voit dans les grands chefs-d'œuvre du coq de l'horloge de Lyon et de Strasbourg, tout le mécanisme du canard artificiel a été vu à découvert, le dessein de l'auteur étant plutôt de démontrer que de montrer une machine.

Le second automate est le *Joueur de tambourin*, planté tout droit sur son piédestal, habillé en berger danseur, qui joue une vingtaine d'airs, menuets, rigaudons, ou contredanses.

Si quelqu'un étoit tenté de croire que dans la construction de ce dernier automate, l'auteur a eu moins de difficultés à vaincre que dans celle du flûteur, qu'il fasse attention qu'il s'agit de l'instrument le plus ingrat et le plus faux par lui-même; qu'il a fallu faire articuler une flûte à trois trous, où tous les tons dépendent du plus ou moins de force du vent, et de trous bouchés à moitié; qu'il a fallu donner tous les vents différens avec une vitesse que l'oreille a de la peine à suivre, donner des coups de langue à chaque note, jusques dans les doubles croches, parce que cet instrument n'est point agréable autrement. L'automate surpasse en cela tous nos joueurs de tambourin, qui ne peuvent remuer la langue avec assez de légéreté, pour faire une mesure entière de doubles croches toutes articulées; ils en coulent la moitié, et ce tambourin automate joue un air entier, avec des coups de langue à chaque note.

Ce n'est pas tout: ce flageolet n'occupe qu'une main, l'automate tient de l'autre une baguette, avec laquelle il bat du tambour; il donne des coups simples et doubles, fait des roulemens variés à tous les airs, et accompagne en mesure les mêmes airs qu'il joue avec son flageolet de l'autre main. Ce mouvement n'est pas un des plus aisés de la machine; il s'agit de frapper tantôt plus fort, tantôt plus vîte, et de donner toujours un coup sec pour tirer du son du tambour. Le mécanisme consiste dans une combinaison infinie de leviers et de ressorts différens, tous mus avec assez de justesse pour suivre l'air. Enfin, cette machine a quelques traits de ressemblance avec celle du flûteur, mais elle en diffère par les moyens qui ont servi à son exécution.

Truchet, de l'académie des sciences, a aussi imaginé et exécuté un tableau mouvant qui représentoit un opéra en cinq actes, et dans lequel il y avoit à chaque acte un changement de décoration. Ce tableau renfermoit un nombre prodigieux de figures qui, comme de vraies pantomimes, exprimoient par leurs gestes et leurs mouvemens les actions dont il s'agissoit. Chacune de ces figures étoit extrêmement petite, car la machine entière n'avoit que 16 pouces 4 lignes (437 millimètres) de longueur sur 13 pouces 4 lignes (355 millimètres) de hauteur, et 1 pouce 3 lignes (35 millimètres) d'épaisseur.

AUTOMATIQUE. *Boërhave* appeloit ainsi les mouvemens qui dépendent de la structure du corps, et auxquels la volonté n'a point de part: tels

sont la respiration, la circulation du sang, etc.

AUTOMNAL. On a donné le nom de point automnal au point de l'écliptique dans lequel le soleil commence à descendre au-dessous de l'équateur. Pour l'hémisphère boréal du globe que nous habitons, ce point est au commencement du signe de la Balance, et c'est alors que commence notre automne. (*Voyez* AUTOMNE.) Pour l'hémisphère austral, ce point est au commencement du signe du Bélier; lorsque le soleil y arrive, l'automne commence pour tous les habitans des régions australes.

Le *point automnal* se nomme aussi *point équinoxial*.

AUTOMNE. C'est une des quatre saisons de l'année; elle commence lorsque le soleil, s'éloignant de plus en plus du zénith, est parvenu à une hauteur méridienne moyenne entre sa plus grande et sa plus petite; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur; et elle finit, lorsque le soleil, continuant toujours de s'éloigner du zenith, a atteint sa plus grande hauteur méridienne; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices. Ainsi, pour les peuples qui habitent l'hémisphère boréal, ou du moins qui sont situés dans la zone tempérée et la zone glaciale boréales, l'automne commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la Balance, savoir le 22 septembre (1er. vendémiaire), et elle finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Capricorne, savoir le 21 décembre (30 frimaire). Mais pour les habitans de la zone tempérée et de la zone glaciale australes, l'automne commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Bélier, savoir le 21 mars (30 ventose), et elle finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Cancer, savoir le 22 juin (3 messidor). Le jour où l'automne commence est égal à la nuit; c'est-à-dire, que le soleil demeure aussi long-temps au-dessus qu'au-dessous de l'horizon.

AXE. On donne ce nom à une ligne qui traverse un corps ou un système de corps, et autour de laquelle ce corps ou ce système de corps peut tourner sans l'entraîner dans son mouvement.

Dans les corps réguliers, l'axe est tel que toutes les parties du corps sont placées symétriquement deux à deux, par rapport à elle.

C'est en étendant cette définition, qu'on dit que l'axe d'une courbe est une ligne telle, que tous les points de cette courbe sont placés symétriquement par rapport à elle.

AXE DE LA TERRE. Ligne qu'on suppose passer par le centre de la terre et par ses deux pôles. C'est autour de cette ligne qu'elle fait sa révolution diurne d'occident en orient. Cet axe reste toujours parallèle à lui-même, pendant la révolution de la terre autour du soleil.

AXE D'INCIDENCE. On nomme ainsi dans l'optique la perpendiculaire élevée du point d'incidence sur la surface réfléchissante ou rompante.

AXE DU MONDE. Ligne droite que l'on conçoit passer par le centre de la terre, et qui se termine aux pôles du monde; ainsi l'axe du monde n'est autre chose que l'axe de la terre prolongé jusqu'aux pôles du monde. C'est autour de cet axe que tous les corps célestes paroissent faire une révolution

en vingt-quatre heures, d'orient en occident. (*Voyez* le mot TERRE considérée comme planète).

AXE DU ZODIAQUE. Ligne droite qu'on imagine passer par le centre du soleil, et se terminer aux pôles du zodiaque, éloigné des pôles du monde de 23 degrés 30 minutes.

AXE OPTIQUE ou AXE DE LA VISION. L'axe de la vision est une droite qui, tombant perpendiculairement à l'orbite de l'œil, passe par le centre de la prunelle.

Lorsque les axes de la vision sont sensiblement parallèles, les objets nous paroissent simples, quoiqu'il se forme sur le fond de chaque œil une image de chaque objet ; parce qu'alors les impressions se font sur des fibres homologues.

Quand, au contraire, les axes de la vision ne sont pas sensiblement parallèles, les objets nous paroissent doubles, parce que les impressions ne se faisant pas sur des fibres homologues, il en résulte deux sensations distinctes.

On explique, d'après cela, pourquoi, quand on approche un objet trop près des yeux, il paroît double, et quand on fait mouvoir un œil sans faire mouvoir l'autre, l'objet que l'on regarde paroît encore double.

Dans le premier cas, il faut, pour regarder l'objet, faire mouvoir la prunelle en sens contraire ; et le mouvement qu'on lui imprime, détruisant le parallélisme des axes de la vision, l'objet doit paroître double.

Dans le second cas, la raison est sensible ; en regardant l'objet avec les deux yeux, les axes de la vision sont sensiblement parallèles : on fait mouvoir un œil, son axe change de position, et cesse par conséquent d'être parallèle.

AXIFUGE. C'est le nom qu'on donne à une force, en vertu de laquelle un corps tend à s'éloigner de l'axe autour duquel il se meut. Tout corps qui fait sa révolution autour d'un axe, a une force axifuge ; comme un corps qui circule autour d'un centre a une force centrifuge.

AXIPÈTE. Nom que l'on donne à la force ou puissance, en vertu de laquelle un corps tend à s'approcher de l'axe de sa révolution. Il n'y a point dans la nature de corps qui soit animé d'une force axipète.

AZIMUTH. On appelle azimuth d'un astre l'arc de l'horizon compris entre le point du midi pris sur l'horizon, et le point où l'horizon est coupé par le cercle vertical qui passe par le centre de l'astre. D'où il suit que l'azimuth d'un astre est, tantôt oriental, et tantôt occidental, suivant qu'on observe cet astre avant ou après son passage au méridien.

AZIMUTH MAGNÉTIQUE. C'est l'arc de l'horizon compris entre le méridien magnétique ; cet arc mesure la déclinaison de l'aiguille aimantée. Ainsi, l'azimuth magnétique est, à proprement parler, la mesure de la déclinaison de l'aiguille aimantée. (*Voy.* DÉCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE.)

AZIMUTAL. On appelle ainsi un compas inventé par M. Halley, au moyen duquel on connoît, avec une très-grande justesse, les variations de la boussole, (*Voy.* BOUSSOLE.)

AZURÉE. C'est le nom que l'on donne à cette belle couleur que nous présente le ciel dans un beau jour.

Cette couleur n'est point comme

on pourroit le croire la couleur du ciel. Si nous n'avions point d'atmosphère, le ciel, dans les endroits d'où les corps célestes ne peuvent nous envoyer du fluide lumineux, nous paroîtroit noir, puisque un espace vide ou rempli d'une matière qui ne peut réfléchir le fluide lumineux, ne peut envoyer vers nous aucun rayon de ce fluide, ce qui est le caractère du noir. C'est donc de notre atmosphère que partent les rayons azurés qui nous affectent.

Le fluide lumineux qui nous vient du soleil est réfléchi par la surface de la terre, se jette dans l'atmosphère et reprend la route du ciel; mais de tous les rayons qui le composent, les rouges, les orangés, les jaunes et les verts sont seuls assez forts pour la traverser une seconde fois : les bleus, les indigos et les violets y sont arrêtés et réfléchis vers nous, et par leur mélange, forment la couleur azurée. (*Voy.* DÉCOMPOSITION DE LA LUMIÈRE.)

B

BAGUETTE DIVINATOIRE. Branche de condrier, à laquelle on attribuoit la vertu de découvrir des sources d'eau, des mines, des trésors cachés, des voleurs, etc.

Cette prétendue baguette divinatoire a eu beaucoup de célébrité dans des temps où les lumières étoient peu répandues; mais il n'est plus permis de croire aux choses surprenantes dont on a rempli des volumes.

BAIN. C'est, en général, *l'imersion d'un corps solide dans un fluide.*

Les chimistes emploient dans leurs expériences plusieurs espèces de bains. Quand ils veulent qu'un corps soit à une température constante, si le degré de température à laquelle ils veulent le porter n'est pas au-dessus de l'eau bouillante, ils le plongent dans l'eau, et ils nomment cet état du corps bain-marie; s'ils veulent le porter à une plus haute température, qui ne passe pas cependant l'ébullition du mercure, ils le plongent dans ce fluide métallique, et ils nomment cette espèce de bain, bain de mercure; enfin ils le plongent dans un bain de sable, quand ils veulent le porter à une plus élevée que celle de l'ébullion du mercure, et moindre que celle à feu nu.

C'est surtout dans les évaporations qu'on emploie le bain de sable; on met pour cela du sable bien fin dans une capsule de fer; on enfonce dedans la capsule qui contient la dissolution que l'on veut faire évaporer; on met le tout sur un fourneau, et on chauffe jusqu'à ce que la température soit au degré que l'on désire.

BALANCE. C'est le nom du septième signe du zodiaque, et en même temps de la septième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer vers le 22 septembre. C'est alors le commencement de l'automne pour les habitans de l'hémisphère boréal, et le commencement du printemps pour les habitans de l'hémisphère austral. Cette constellation renferme quatorze étoiles remarquables; savoir : deux de la seconde grandeur, une de la troisième, huit de la quatrième, deux de la cinquième et une de la sixième. (*Voy.* le mot CONSTELLATION.)

BALANCE COMMUNE. Machine qui sert à mettre en équilibre deux quantités égales de matière; de

manière que, connoissant le poids de l'une, on sait par ce moyen combien pèse l'autre.

On distingue dans la balance, 1°. le fléau dont la longueur est partagée en deux parties égales par un axe; 2°. les deux bassins suspendus aux deux extrémités des bras du fléau; 3°. une chappe qui sert d'appui à l'axe, où est le centre du mouvement.

Il est aisé de voir que la balance n'est autre chose qu'un levier du premier genre, partagé en deux bras égaux par son appui, et chargé des efforts d'une puissance et d'une résistance dont les directions sont toujours parallèles entr'elles, et conséquemment dont les distances au point d'appui restent toujours égales, quelle que soit la situation du fléau relativement à l'horizon. Le principe d'équilibre pour le levier peut donc s'appliquer à la balance. (*Voy.* LEVIER.)

La perfection d'une balance dépend principalement de trois choses :

1°. Les points de suspension des bassins ou des poids doivent être exactement dans la même ligne avec le centre de la balance, et également distant de ce centre.

2°. Les parties de l'axe, qui sont séparées par le fléau, doivent se trouver dans la même ligne droite.

3°. La balance doit être très-mobile; on doit donc diminuer, autant qu'il est possible, le frottement, et conséquemment la pression au point d'appui. C'est pourquoi on fait très-léger le fléau des balances d'essai, où l'on a besoin d'une grande précision. Il faut cependant prendre garde que trop de foiblesse dans le fléau ne le rende trop flexible, et que cette excessive flexibilité n'altère l'égalité des distances au point d'appui. C'est encore pour diminuer le frottement de l'axe qu'on le fait un peu en forme de couteau. Cette pratique est bonne, pourvu cependant que l'endroit du trou sur lequel il porte soit, comme lui, très-dur. Sans cette précaution, il le creuseroit avec le temps, ou il s'écraseroit sur lui-même; ce qui nuiroit à la mobilité de la balance.

4°. La bonté de la balance dépend aussi de la disposition du centre de gravité du fléau par rapport au centre de mouvement. Lorsque ces deux centres se confondent, et que les deux bras sont également chargés, le fléau demeure en équilibre, quelque situation qu'on lui donne; et la plus petite différence dans les poids suffit pour faire trébucher la balance. Cette extrême mobilité devient incommode dans l'usage ordinaire, parce qu'il faut beaucoup de temps et d'attention pour charger les bassins de poids parfaitement égaux. On fait disparoître cet inconvénient, en plaçant le centre de gravité du fléau un peu au-dessous du centre de mouvement. Par cette disposition, l'excès de poids qui entraîne l'un des poids de la balance, et fait monter le contre-poids, élève en même temps le centre de gravité du fléau; et si cet excès de poids n'est pas très-sensible, l'effort du centre de gravité qui tend constamment à descendre, suffira pour ramener le fléau, et pour s'opposer à la chute trop précipitée de la balance.

5°. Une balance doit être construite de manière que la longueur de ses bras n'éprouve aucune altération. Il faut pour cela, que le fléau soit suffisamment trempé, afin qu'il ne puisse céder sous l'effort du poids dont il est chargé. Sans cette précaution, l'un

des bras de la balance, ou les deux venant à rider inégalement sous le fardeau, l'un des poids se trouveroit plus éloigné que l'autre du point d'appui ; et conséquemment l'équilibre qu'on trouveroit, n'indiqueroit point l'égalité des masses.

Pour construire une fausse balance, il faut, 1°. que la longueur des bras du fléau soit inégale; 2°. que le poids des bassins le soit aussi, de manière que si un des bras du fléau surpasse d'un $\frac{1}{12}$ l'autre bras en longueur, le bassin attaché au bras le plus court surpasse aussi d'un $\frac{1}{12}$ en poids le bassin attaché au bras le plus long.

L'équilibre établi entre des poids posés dans les deux bassins, indiquera l'inégalité des masses; car l'équilibre indique égalité de forces ; mais des forces égales annoncent inégalité de masses lorsque les vitesses sont inégales ; et il y a ici inégalité de vitesses, puisque les bras du fléau qui les représentent sont supposés inégaux. La plus petite masse sera dans le bassin attaché au bras le plus long. Elle perd du côté du poids ce qu'elle gagne du côté de la distance. Sa distance au point d'appui est supposée plus grande d'un $\frac{1}{12}$. Dans le cas d'équilibre son poids sera d'un $\frac{1}{12}$ plus petit.

BALANCE DE ROBERVAL. Espèce de levier où des poids égaux sont en équilibre, quoiqu'ils paroissent situés à des extrémités de bras de levier inégaux. (*Voyez* LEVIER).

BALANCE ÉLECTRIQUE. Machine qui fournit le moyen d'établir l'équilibre entre une force électrique et la force de torsion qui est toujours susceptible d'être mesurée avec la plus grande exactitude. (*Voyez* FORCE DE TORSION).

Il importe de décrire avec soin cette précieuse machine, à la faveur de laquelle son célèbre auteur (*Coulomb*) a démontré, par des expériences décisives, que les attractions et répulsions électriques suivent la raison inverse du carré de la distance. (*Voy.* les mots ATTRACTION ÉLECTRIQUE et RÉPULSION ÉLECTRIQUE).

La balance dont il s'agit est composée d'une grande cage de verre, de forme cubique AB (*pl.* 4, *fig.* 4), dont la plaque supérieure est percée dans son milieu d'une ouverture destinée à recevoir le tube de verre M, qui s'élève verticalement. Ce tube est terminé, dans sa partie supérieure, par une garniture de cuivre *f*, composée de plusieurs pièces qui s'emboîtent les unes dans les autres. Le tout est surmonté d'une boule de cuivre attachée à une tige mobile par frottement, et dont la partie inférieure est garnie d'une pince qui saisit un fil délié de métal, auquel est suspendu un levier très-léger K : l'un des bras de ce levier est fait d'un fil de soie, enduit de gomme-laque, et terminé par un petit plan circulaire de papier doré *e*; l'autre bras est un petit cylindre de cuivre, qui n'a que la longueur nécessaire pour que le levier se tienne dans une situation horizontale. Pour tordre le fil d'un certain nombre de degrés, il suffit de faire tourner un cercle de cuivre qui, dans son mouvement de rotation, entraîne la tige à laquelle le levier est suspendu, et l'on mesure la quantité de la torsion, au moyen de la graduation adaptée à la garniture.

Dans l'intérieur de la cage, et vis-à-vis du levier est fixée une balle de cuivre qui répond au point *o* de la graduation 1, 2, appliquée sur un des côtés de la cage.

BALANCE HIDROSTATIQUE.

Machine qui sert à connoître les pesanteurs spécifiques des corps, soit fluides, soit solides, pourvu que ces derniers puissent être plongés dans l'eau sans se dissoudre et sans altérer leur volume. (*Voyez* PESANTEUR SPÉCIFIQUE).

Le fléau AB de cette balance, représentée (*pl. 4, fig. 6*), ne diffère en rien de celui d'une balance commune; il doit être très-mobile, et a ordinairement 2 décimètres (7 pouces 4 lignes) de longueur. Placé sur un coq C, on suspend à ses extrémités deux tiges de métal D, D, qui portent chacune un bassin d environ un décimètre (3 pouces 8 lignes) de diamètre; au-dessous de chaque bassin sont deux crochets auxquels on attache des crins pour y suspendre les corps qu'on veut plonger dans un fluide.

Le coq C est fixé à une lame de cuivre FG, dentée sur sa longueur en forme de crémaillère. Cette lame se meut sur une seconde HI, à l'aide d'un pignon K qui engrène dans les dents de la crémaillère. On retient la lame en situation par un cliquet à ressort *a*. Il entre dans des dents creusées sur le bord opposé de la lame, et il soutient tout l'effort que la balance peut faire pour descendre. Lorsqu'on veut la faire mouvoir de haut en bas, on presse avec le bout du doigt le cliquet; on le désengrène, et on fait mouvoir le pignon K en sens contraire. Le tout est porté sur un pied auquel on donne une situation horizontale.

L'aiguille O de la balance se meut devant un arc PQ, divisé en un certain nombre de degrés. Cette aiguille répondant à celui du milieu, indique que le fléau a une situation horizontale.

BALANCE MAGNÉTIQUE. Machine qui fournit le moyen d'établir l'équilibre entre une force magnétique et la force de torsion qui est susceptible d'être mesurée avec la plus grande précision.

La balance magnétique se compose à peu près des mêmes élémens que la balance électrique. Pour transformer celle-ci en balance magnétique, il suffit de substituer une longue aiguille aimantée à la place du levier suspendu au fil métallique, et de remplacer la balle de cuivre par une semblable aiguille située verticalement sur le méridien magnétique.

BALANCE ROMAINE ou PESON. Espèce de balance dont les bras sont inégaux : l'axe et la chappe qui le soutient sont placés à une très-petite distance de l'extrémité du bras auquel on suspend le fardeau dont on veut connoître le poids. L'autre bras qui est beaucoup plus long est divisé en plusieurs parties égales. Ces divisions servent à déterminer l'effort respectif d'un petit poids qu'on fait mouvoir sur la longueur de ce bras.

Il est visible que la romaine n'est autre chose qu'un levier du premier genre, dans lequel le point d'appui est beaucoup plus proche de l'une des extrémités que de l'autre; d'où il résulte qu'un très-petit poids peut faire équilibre à une masse considérable, en éloignant à proportion le petit poids du point d'appui.

La romaine a encore d'autres avantages sur la balance commune.

1°. On peut, à l'aide de la romaine, peser différentes masses avec un seul poids, tandis qu'en se servant de la balance commune, il faut autant de poids différens qu'on a de masses différentes.

2°. On fait avec la romaine des pesées plus exactes, lorsqu'il s'agit de gros fardeaux; car le frottement dans cette machine augmente en raison des charges; d'où il résulte que si on emploie une balance commune pour peser de lourds fardeaux, son axe étant chargé, et du poids du fardeau et de son contrepoids, elle en deviendra proportionnellement moins mobile. Ainsi si l'on met dans un des bassins d'une balance commune un poids comme 100, il faut, pour établir l'équilibre, charger l'autre bassin d'un fardeau comme 100, et conséquemment l'axe se trouve chargé d'un poids comme 200. Il n'en est pas ainsi lorsqu'on fait usage de la romaine. Un fardeau comme 100, suspendu à l'extrémité la plus voisine du point d'appui, fait équilibre avec un poids comme 1, placé à une distance 100 fois plus grande de ce même point: et dans cette supposition, l'axe de la romaine ne se trouve chargé que d'un poids comme 101.

BALANCIER. On appelle ainsi la pièce d'une machine qui a un mouvement d'oscillation, et qui sert à régler le mouvement de toutes les autres parties de la machine. On nomme *balancier*, dans une montre, un cercle d'acier ou de cuivre qui est mû par l'échappement. (*Voyez* ÉCHAPPEMENT.) C'est lui qui fait les vibrations dans la montre.

Dans un tourne-broche, on nomme balancier une croix de fer placée sur l'axe de la vis sans fin, aux extrémités des bras de laquelle on a fixé des masses de plomb; cette pièce, par la résistance qu'elle éprouve de la part de l'air, empêche que le mouvement de la machine ne se précipite.

Dans la machine à frapper les monnoies, on appelle balancier une grande croix de fer fixée à l'arbre qui porte le poinçon, et qui a, comme celle du tourne-broche, de grosses masses de plomb aux extrémités de ses bras. Ce balancier sert à faire frapper un coup plus fort sur la pièce de monnoie; car aussitôt que le balancier est mis en mouvement, les masses de plomb acquièrent une force centrifuge d'autant plus grande qu'elles sont plus grosses, et que les bras de la croix sont plus longs, ce qui augmente considérablement la vitesse et conséquemment la force avec laquelle la pièce est frappée.

BALEINE. Nom d'une constellation de la partie méridionale du ciel, qui est placée au-dessous des Poissons, entre le Verseau et le fleuve Éridan. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. *Bayer*, dans son *Uranométrie*, y a peint un dragon au lieu d'une baleine, trouvant que la situation des étoiles sembloit l'exiger.

BALISTIQUE. C'est l'art de mesurer avec exactitude le jet d'une bombe ou d'un boulet de canon.

Tout corps lancé se trouve après l'impulsion animé par deux forces, 1°. par celle qui le lance et qui est connue sous le nom de *force projectile* (*voyez* FORCE PROJECTILE); 2°. par la pesanteur qui le sollicite vers le centre de la terre. La première de ces forces est uniforme, la seconde est accélératrice. Toute la balistique consiste donc dans la combinaison qu'il faut faire de la force projectile et de la pesanteur du mobile.

Un corps peut être lancé de cinq manières différentes, 1°. de haut en bas, suivant une direction perpendiculaire à l'horizon; 2°. de haut en

bas, suivant une direction oblique à l'horizon; 3°. de bas en haut perpendiculairement à l'horizon; 4°. de bas en haut obliquement à l'horizon; 5°. enfin, suivant une direction horizontale.

Lorsqu'un corps est lancé de haut en bas perpendiculairement à l'horizon, son mouvement est accéléré, et il se compose de deux forces qui agissent ensemble suivant la même direction, savoir, la pesanteur et la puissance qui donne l'impulsion.

Quand un corps est lancé de bas en haut suivant une direction perpendiculaire à l'horizon, son mouvement est retardé; la puissance qui donne l'impulsion et la pesanteur agissent suivant des directions opposées, et le corps lancé se meut en vertu de la différence de ces forces.

Quand un corps est lancé de haut en bas obliquement à l'horizon, son mouvement se compose des efforts de deux puissances obliques l'une à l'autre, savoir la pesanteur et la force de projection; le corps décrit sensiblement la moitié d'une courbe appelée parabole.

Quand un corps est lancé de bas en haut suivant une direction oblique à l'horizon, son mouvement se compose encore, et il décrit une parabole.

Enfin, quand un corps est lancé suivant une direction horizontale, son mouvement se compose comme dans les cas précédens, avec cette différence, qu'au lieu de décrire une parabole le mobile n'en décrit que la moitié, parce que, dès l'instant qu'il est lancé, bien loin de monter il tend continuellement à descendre par l'impulsion de sa pesanteur.

Ces courbes que décrit le corps lancé en pareil cas ont d'autant plus d'amplitude que la force projectile est plus considérable. C'est cette amplitude qu'il importe de déterminer, pour pouvoir sûrement atteindre le but qu'on se propose; et cette détermination n'est point facile, surtout lorsqu'il s'agit du jet d'une bombe ou d'un boulet; car, pour connoître l'amplitude de la parabole que décrit le corps, il faut connoître la valeur de la force projectile; elle vient de l'explosion de la poudre, et il est très-difficile d'estimer avec exactitude la valeur de cette impulsion; son intensité se compose principalement de la qualité de la poudre et de la quantité, non pas que l'on y emploie, mais qui s'enflamme avant le départ de la bombe et du boulet, et cette partie de la poudre n'est pas toujours proportionnelle à la quantité employée. Plusieurs circonstances, qu'il est difficile de rendre toujours les mêmes, concourent à cet effet; savoir, la longueur du canon, la force avec laquelle la charge a été bourrée, etc.; d'où il suit qu'un des élémens les plus essentiels à connoître pour juger de l'amplitude de la parabole, est sujette à de grandes variations. D'ailleurs, nous avons fait jusqu'ici abstraction de la résistance des milieux et de celle des frottemens, et cependant ces sortes de résistances exercent une influence sensible sur le mouvement du mobile. Le boulet éprouve un frottement contre les parois intérieurs du canon, et est ensuite obligé de se frayer une route à travers le fluide atmosphérique, ce qui altère sa vitesse. La force projectile n'est donc pas uniforme, et la vitesse que fait naître la pesanteur est plus accélérée qu'elle n'eût été sans ces obstacles.

BALLON AÉROSTATIQUE. On a donné le nom de *ballon aérostatique*, d'*aérostat*, de *mongolfière*, à la machine aérostatique de Mongolfier.

Ce fut dans l'année 1783 que Joseph et Étienne Mongolfier annoncèrent qu'ils avoient trouvé le moyen de voyager dans les airs. Au bruit de cette découverte, la surprise et l'admiration furent générales, tous les yeux se tournèrent vers un objet aussi nouveau et aussi extraordinaire : l'histoire des sciences n'offre point d'exemple d'une impression si vive et si universelle.

Comme presque toutes les nouvelles inventions, celle de Mongolfier étoit susceptible de perfectionnement. Nous dirons ce qu'elle étoit dans son origine, les améliorations que les inventeurs y apportèrent, celles qu'on y a apportées après eux, et enfin ce qu'il y auroit à faire pour qu'elle devînt aussi utile qu'elle fut étonnante.

C'est en observant l'ascension des vapeurs et leur réunion en nuages, qui malgré leur masse sont soutenus à de grandes hauteurs, que les frères Mongolfier imaginèrent d'enfermer dans des enveloppes légères un fluide spécifiquement plus léger que l'air atmosphérique, de faire ainsi une espèce de nuage artificiel qui s'élèveroit dans l'atmosphère en vertu de sa légèreté spécifique, et emporteroit avec lui des corps d'un poids proportionnel au volume du vaisseau ascendant.

Parmi les fluides aériformes, le gaz hydrogène leur offroit le moyen le plus efficace de réaliser leur idée ingénieuse ; ils essayèrent d'en remplir des espèces de ballons de papier ou d'étoffe de soie ; les ballons s'élevèrent, mais les enveloppes n'étant pas assez exactement fermées, laissoient échapper du gaz hydrogène. Cette déperdition, en augmentant la pesanteur spécifique des globes, empêchoit leur ascension et déterminoit leur chute. Pour obvier à cet inconvénient, ils pensèrent à employer des enveloppes plus solides, mais ils craignirent que le poids de ces enveloppes ne fût trop grand pour que la force ascensionnelle pût produire l'effet qu'ils désiroient ; d'ailleurs, le prix excessif des expériences qui auroient pu confirmer ou détruire leurs craintes, les empêcha d'en faire l'épreuve.

Après avoir beaucoup réfléchi aux moyens de remplacer le gaz hydrogène dans leur machine, ils vinrent à employer le feu ; ils avoient observé qu'une chaleur de 50 degrés au-dessus de celle de l'atmosphère, diminuoit le poids de 27 décimètres cubes (1 pied cube) d'air de 4 grammes (72 grains), et qu'en augmentant cette chaleur de 30 degrés, la diminution du poids étoit double.

Ils firent construire un globe de toile doublé de papier, qui pouvoit contenir environ 794 mètres cubes (23,000 pieds cubes) d'air ; ils allumèrent du feu dans l'intérieur ; il s'éleva avec une force de 292 kilogrammes (6 quintaux) ; ils répétèrent cette expérience plusieurs fois avec un succès égal. Alors ils donnèrent de la publicité à leur découverte et à leurs travaux. Ils invitèrent l'assemblée des états du Vivarais à assister le 5 juin 1783 à une expérience aérostatique qu'ils se proposoient de faire en public à Annonay, où ils avoient établi une belle manufacture de papier.

La machine qui devoit donner un spectacle si nouveau étoit construite

en toile doublée de papier, cousue sur un réseau de ficelle fixé aux toiles; elle étoit à peu près de forme sphérique, et sa circonférence étoit d'environ 36 mètres (110 pieds). Un chassis en bois d'environ 5 mètres carrés (16 pieds en carrés) la tenoit fixée par le bas. Sa capacité étoit d'environ 758 mètres cubes (22,000 pieds cubes); elle déplaçoit par conséquent, en supposant la pesanteur de l'air $\frac{1}{800}$ de celle de l'eau, une masse d'air de 480 kilogrammes (980 livres), la pesanteur de l'air intérieur étant à peu près moitié de celle de l'air extérieur. La machine pesoit, avec le chassis, 245 kilogrammes (500 livres); il restoit 240 kilogrammes (490 livres) de force ascensionnelle, ce qui se trouva conforme à l'expérience. Deux hommes suffirent pour la monter et pour la gonfler, mais il en fallut un plus grand nombre pour la retenir; ils l'abandonnèrent à un signal donné, et elle s'éleva laissant tous les spectateurs dans l'étonnement et l'admiration.

Son ascension se fit par un mouvement accéléré, mais moins rapide vers la fin. Cette machine resta dix minutes en l'air, elle s'éleva à la hauteur d'environ 320 mètres (1000 toises), et fut portée par un vent du midi à 390 mètres (1200 toises); elle descendit si légèrement, qu'elle ne brisa ni les ceps, ni les échalas de la vigne sur laquelle elle se reposa.

Nous avons cru devoir donner quelques détails sur cette première expérience aérostatique et sur la construction de la machine, parce que c'est cette construction qu'on employa toujours pour les aérostats à air raréfié, connus plus particulièrement sous le nom de *montgolfière*.

Dès que l'expérience d'Annonay fut annoncée, la surprise devint générale. A Paris, les physiciens et les amateurs de la physique s'occupèrent aussitôt du projet de la répéter. Les lettres particulières qui l'avoient annoncée, et le procès-verbal dressé par l'assemblée des états du Vivarais, disoient qu'on avoit employé pour remplir la machine, de l'air une fois plus léger que l'air atmosphérique, mais il n'étoit rien dit de la manière de se le procurer; puisqu'il n'étoit qu'une fois plus léger que l'air, ce n'étoit point du gaz hydrogène, et ce dernier fluide jouissant d'une légèreté spécifique beaucoup plus grande que celle du fluide employé, paroissoit aux physiciens de Paris, comme il avoit paru aux inventeurs, très-propre à produire l'ascension du globe qu'ils vouloient construire. Le taffetas enduit de résine élastique, dont il se trouvoit un magasin à Paris, leur offrit le moyen de l'enfermer exactement; on convint de lui donner une forme sphérique, on borna son diamètre à 4 mètres (12 pieds 2 pouces).

Le plan étant ainsi arrêté, on ouvrit, pour subvenir aux frais de la construction, une souscription qui fut aussitôt remplie. On construisit le ballon, *Charles* fut chargé de surveiller l'exécution du travail; l'activité fut telle, que malgré les difficultés qui se rencontrent toujours dans les premières entreprises, et celles qu'on eut à se procurer une si grande quantité de gaz hydrogène, parce que les appareils employés jusqu'alors à la production de ce gaz étoient insuffisans; l'activité fut telle, dis-je, qu'en moins d'un mois il put être exposé aux regards curieux des amateurs.

Le 26 août 1783 il fut entièrement prêt, et on eut le plaisir de le voir

s'élever à plus de 33 mètres (100 pieds). Un peuple nombreux accourut de toutes parts sur la place des Victoires, où demeuroit *Charles*, et se porta chez lui avec une telle affluence que les efforts d'une nombreuse garde ne purent l'arrêter, et qu'on fut obligé de laisser les portes ouvertes pour satisfaire la curiosité du public.

On l'amena vers le soir sur la place des Victoires, où il fut disposé sur un brancard pour être transporté avec beaucoup d'appareil au Champ-de-Mars; au commencement de la nuit il entra en marche. « Rien ne fut si singulier, dit *Faujas de Saint-Fond*, qui publia quelque temps après tout ce qui avoit été fait sur l'art aérostatique, que de voir ce ballon précédé de torches allumées, entouré d'un cortège, et escorté par un détachement du guet à pied et à cheval. Cette marche nocturne, la forme et la capacité du corps qu'on portoit avec tant de pompe et de précaution, le silence qui régnoit, l'heure indue, tout tendoit à répandre sur cette opération une singularité et un mystère véritablement faits pour en imposer à tous ceux qui n'avoient pas été prévenus. »

Le ballon arriva au Champ-de-Mars, il y fut déposé dans une enceinte destinée pour le recevoir, et on le retint en place au moyen des lisières qui le fixoient au brancard.

Dès que le jour parut, on s'occupa de faire du gaz hydrogène pour remplir le ballon, qui avoit perdu par des trous que la résine élastique n'avoit point bouchés.

A trois heures, l'on vit le Champ-de-Mars se couvrir de monde; les bords de la rivière et tous les lieux d'où l'on pouvoit voir le ballon étoient garnis d'une foule de spectateurs. A cinq heures, le 27 août 1783, un coup de canon annonça que l'expérience alloit commencer; il servit aussi de signal aux savans qui étoient placés dans plusieurs lieux très-élevés de la ville, et qui devoient appliquer les instrumens et les calculs à leurs observations. Le globe, débarrassé des liens qui le retenoient, s'éleva, à la grande surprise des spectateurs, avec une telle vitesse, qu'en deux minutes il fut porté à 960 mètres (488 toises) de hauteur; il traversa ensuite successivement plusieurs nuages, par lesquels il fut plusieurs fois éclipsé. La pluie violente qui tomboit au moment où le ballon s'élevoit ne rallentit point sa marche rapide, et l'expérience eut un plein succès. L'idée qu'un corps parti de terre voyageoit dans l'espace, avoit quelque chose de si merveilleux, que tous les spectateurs ne purent se défendre d'une impression qui tenoit de l'enthousiasme. La satisfaction étoit si grande, que des dames élégamment mises, les yeux attachés sur le globe, recevoient la pluie la plus forte sans penser à chercher un asile qui pût les en garantir.

Ce ballon ne se soutint pas plus de trois quarts d'heure dans le sein de l'atmosphère; il tomba à cinq heures trois quarts près d'Écouen, ayant une ouverture à sa partie supérieure, et après avoir fait un trajet d'environ cinq lieues.

E. Mongolfier se trouvant à Paris lors de l'expérience du Champ-de-Mars, fut invité par l'académie des sciences à répéter celle d'Annonay. Il s'occupa de faire construire une mongolfière dont la capacité étoit d'environ 2000 mètres cubes (60000 pieds cubes); le 11 septembre elle fut ache-

vée, et le 12 on fit l'expérience devant les commissaires de l'académie. Cinquante livres de paille allumée par paquets, et sur lesquels on jetta à plusieurs reprises de la laine hachée, suffirent pour la gonfler et pour raréfier l'air, de manière qu'elle s'éleva à plusieurs pieds avec un poids de 250 kilogrammes (500 livres).

L'expérience n'eut point un succès complet, parce qu'on vouloit retenir la machine, et que la pluie et le vent qui survinrent nécessitèrent des efforts qui la mirent hors de service.

Mongolfier devoit faire le 19 une expérience à Versailles devant le roi et la famille royale; la machine étant détruite, il falloit en construire une autre dans l'intervalle de sept jours, elle le fut en cinq.

Le 19 au matin, tout étoit préparé pour l'expérience dans la grande cour du château; à midi, la route de Paris étoit couverte de voitures, toutes les croisées du château, des maisons, les toits même étoient remplis de spectateurs. Le bruit d'une boîte annonce que la machine va partir, on la voit s'élever pompeusement, entraînant avec elle l'appareil, qui renfermoit un mouton et des volatiles. Cette expérience réussit complètement.

Encouragé par ce succès, *Mongolfier* résolut de faire de nouvelles expériences pour utiliser sa découverte; il fit construire un nouvel aérostat plus grand et plus solide, destiné à faire des voyages aériens. Le 10 octobre suivant il étoit entièrement achevé; sa capacité étoit d'environ 2070 mètres cubes (60000 pieds cubes); une espèce de nacelle d'osier étoit attachée au bas de la machine, et on y avoit placé un réchaud, au moyen duquel, avec un approvisionnement de paille, les voyageurs pourroient augmenter à volonté la rarité de l'air.

Le 15 octobre, *Pilatre de Rosier* entre dans la nacelle, on laisse s'élever l'aérostat en le retenant avec des cordes. L'expérience eut un pleiu succès; il s'éleva à 30 mètres (90 pieds), resta en station quatre minutes, et descendit sans avoir essuyé le plus léger accident.

Pilatre de Rosier recommença cette expérience plusieurs fois avec les mêmes précautions; il la répéta avec un compagnon de voyage, et le succès qu'il eut toujours lui fit bientôt projeter un nouveau voyage, dans lequel l'aérostat seroit abandonné à lui-même.

Les jardins du château de la Muette furent choisis pour les préparatifs de ce voyage intéressant.

Le 21 novembre, tout étant préparé, *Pilatre de Rosier*, avec un compagnon de voyage, entra dans la nacelle, l'aérostat quitta bientôt la terre, s'éleva d'une manière assez tranquille à une certaine hauteur. Les voyageurs baissèrent leurs chapeaux et saluèrent les spectateurs. L'aérostat continua à s'élever de la manière la plus majestueuse, et fut bientôt porté à une telle hauteur, qu'on ne distinguoit plus les hommes, et que sa grandeur apparente étoit à peine sensible.

Il longea l'île des Cygnes, fila au-dessus de la Seine, la traversa en présence d'une multitude de spectateurs, plana quelque temps sur Paris, rencontra un courant d'air qui, le poussant vers le sud, lui fit dépasser le boulevard, et le porta dans la plaine. Les voyageurs, jugeant alors l'expérience complète, cessèrent le feu, et

Digitized by Google

descendirent sans aucune espèce d'accident.

Le succès de ce premier voyage fit naître le désir d'en tenter un second. *Charles* et *Robert* font construire un aérostat à gaz hydrogène, au moyen duquel ils veulent s'élever dans les hautes régions atmosphériques. Le 1er. janvier 1784 est choisi pour le jour du départ; un peuple immense accourt de toutes parts pour jouir de ce brillant spectacle; le bruit du canon annonce que l'on fait les préparatifs du départ; les voyageurs prennent leur place, le globe s'élance, le char quitte la terre, et, s'élevant au milieu du silence et de l'admiration, il permet, par sa marche tranquille et modérée, de suivre des yeux et du cœur deux hommes intéressans qui, semblables à deux demi-dieux, se dirigent vers le séjour des immortels, pour y recevoir le prix du courage et de l'intelligence, et y porter le nom à jamais célèbre des *Mongolfier*. Le globe étant élevé à 300 toises, il ne fut plus possible d'apercevoir les voyageurs aériens, mais des banderoles de couleur qu'ils agitoient dans l'air annonçoient leur sécurité et leur heureux voyage. Dès-lors l'enthousiasme succéda à la surprise et à la crainte, et de justes démonstrations d'applaudissemens et de joie se manifestèrent de toutes les manières.

Cet aérostat, en suivant la direction de Sanois, Eau-Bonne, l'Ile Adam, et après avoir parcouru un trajet d'environ neuf lieues, en s'abaissant plus ou moins et s'élevant à volonté, au moyen du lest que les voyageurs jetoient, alla descendre dans la prairie de Nesle, sans le plus léger accident, et sans que les voyageurs eussent éprouvé la plus légère incommodité.

Des essais aussi heureux firent multiplier ces voyages si extraordinaires; on vit bientôt partir de Lyon, de Milan, de Dijon, de Paris, des voyageurs aériens, les uns avec des mongolfières, les autres avec des ballons à gaz hydrogène; tous ces voyages s'effectuoient avec un égal succès.

La sécurité devint telle dans ces nouveaux navires, que bientôt on passa la mer qui sépare l'Angleterre et la France.

Pilatre de Rosier, jaloux de se voir devancé dans cette nouvelle entreprise, projette un voyage en Angleterre avec le même courage qui, quelques années avant, l'avoit porté à s'élancer le premier dans les airs.

Sa constance ne lui laissa pas soupçonner celle de la fortune; il ne pensoit pas que le premier apôtre de la science aérostatique en seroit le premier martyr.

Le 13 juin 1785 il partit de Boulogne avec un compagnon de voyage. La machine qui les portoit s'éleva d'abord à une assez grande hauteur, mais on la vit bientôt après se précipiter avec rapidité vers la terre; les deux malheureux voyageurs furent fracassés, ils périrent victimes de leur zèle et dignes d'un meilleur sort.

Ce fâcheux évènement jeta la consternation dans tous les esprits, ceux qui n'étoient pas physiciens l'attribuèrent aux principes aérostatiques; mais l'examen des circonstances qui l'accompagnèrent, en montrant que des précautions mal prises en étoient la seule cause, dissipa les doutes qui s'étoient répandus sur la certitude de ces principes, et l'on ne laissa pas de continuer les voyages aérostatiques, qui se sont tellement multipliés depuis,

qu'à Paris et dans les principales villes de l'Europe, un voyage aérien n'est plus qu'un spectacle ordinaire.

On a beaucoup écrit sur les aérostats et sur les usages qu'on en pourroit faire; des hommes d'une grande célébrité n'ont pas cru des recherches sur cet objet indignes de leurs méditations; mais jusqu'ici leurs travaux n'ont pas eu un succès complet.

Dans les recherches relatives à la manière la plus avantageuse de construire les aérostats, 1°. on a reconnu et constaté l'avantage des ballons à gaz hydrogène sur les montgolfières; l'approvisionnement du combustible dont il faut charger ces dernières est un obstacle presque insurmontable dans les voyages de quelque étendue.

2°. On a déterminé la composition du meilleur vernis, dont on enduit les enveloppes.

3°. On a muni l'aéronaute d'un parachute. (*Voyez* PARACHUTE.)

Les physiciens ont fait et font encore beaucoup de recherches relatives à la direction des ballons aérostatiques, mais leurs efforts ont été jusqu'ici se briser contre un écueil qui me paroît insurmontable, c'est le défaut de point d'appui.

Jusqu'ici les usages des ballons n'ont pas été très-multipliés; on peut cependant s'en servir à la guerre pour reconnoître les positions de l'armée ennemie, et pour donner avis de l'état où se trouve une ville assiégée. Pendant la révolution, les armées de la république les ont employés très-avantageusement à cet usage. Dans ces derniers temps, *Biot* et *Gai-Lussac* s'en sont servis pour faire des expériences intéressantes sur le magnétisme et sur l'endiométrie. (*Voyez* AIMANT ARTIFICIEL.)

La découverte des frères *Montgolfier* leur suscita des envieux et des critiques, qui prétendirent que c'étoit à tort qu'on leur en attribuoit l'honneur; ils disoient que chez les anciens des hommes s'étoient élevés dans les airs; que des Italiens et des Français modernes avoient décrit les ballons aérostatiques; qu'enfin des Français et des Anglais avoient fait des bulles de savon remplies de gaz hydrogène.

Sans doute, la manière dont les oiseaux s'élèvent et se soutiennent dans les airs a toujours excité l'admiration et inspiré le désir de les imiter; mais toutes les tentatives qu'on avoit faites pour cela, jusqu'à la découverte des aérostats, avoient été infructueuses, et l'on voudroit en vain apporter contre cette opinion ce que quelques auteurs anciens ont raconté de *Dédale*.

Quant à ce que quelques modernes en avoient dit, tout se réduisoit à concevoir que par le rapport des pesanteurs spécifiques on pourroit faire une machine qui se soutiendroit dans l'atmosphère; ils n'indiquoient point de moyen de construire cette machine, ou ils indiquoient des moyens impraticables. Le père *Joseph Galien*, dominicain, professeur dans l'université d'Avignon, dit, par exemple, que pour remplir sa machine il ira prendre de l'air dans les régions supérieures de l'atmosphère.

Il est inutile de pousser plus loin cet examen, puisque aujourd'hui personne ne dispute à *Montgolfier* la découverte des aérostats; d'ailleurs il a répondu lui-même à ses détracteurs par des argumens bien forts, en imaginant le bélier hydraulique, dont sans doute on ne trouvera pas l'origine dans l'antiquité. (*Voyez* BÉLIER HYDRAULIQUE.)

Digitized by Google

BANDES DE JUPITER. Bandes obscures que l'on aperçoit sur le disque de Jupiter. On ne voit pas toujours ces bandes en même nombre; il en paroît quelquefois sept ou huit fort près les unes des autres, d'autres fois on n'en distingue qu'une ou deux, mais le plus souvent on en voit trois. Il y a des temps où ces bandes paroissent très-peu; elles ne sont pas également bien marquées dans toute la circonférence de Jupiter; il y en a même qui sont interrompues.

BAROMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer les variations qu'éprouve la pression de l'atmosphère.

Le plus simple, le plus fidèle, et conséquemment le meilleur des baromètres connus consiste dans un tube de *Toricelli* (*voyez* TUBE DE TORICELLI) de plus de 81 centimètres (30 pouces) de long, rempli de mercure bien purgé d'air; le tube est appliqué avec sa cuvette sur une planche divisée en centimètres et en millimètres, ou en pouces et en lignes, entre 70 centimètres (26 pouces) et 78 centimètres (28 pouces), à partir du niveau que donne le mercure contenu dans la cuvette.

Ce baromètre, si simple dans son origine, a reçu ensuite diverses modifications qui lui ont fait perdre cette propriété, sans lui donner plus de précision et de justesse.

1°. On a imaginé d'incliner le tube, afin de rendre plus sensibles les variations qu'éprouve dans sa hauteur la colonne de mercure suspendue; ainsi construit, le baromètre a reçu le nom de *baromètre incliné*.

2°. On a un tube ouvert et recourbé par son extrémité inférieure, scellé et renflé par son autre extrémité; sur la surface du mercure repose un petit cylindre de fer suspendu à un fil qui enveloppe une poulie, et dont le mouvement détermine celui de la poulie; à l'autre extrémité du fil est suspendu un poids qui tient le fil tendu et qui fait presque équilibre avec le petit cylindre de fer. La poulie est traversée par un axe qui porte une longue aiguille, et cette aiguille montre sur un grand cercle gradué les variations de la hauteur de la colonne de mercure suspendue dans le tube. Il est visible qu'à mesure que le mercure monte ou descend sensiblement dans le tube, le petit cylindre de fer doit monter ou descendre, déterminer le mouvement de la poulie et conséquemment celui de l'aiguille, tantôt dans un sens, tantôt dans un sens opposé. Mais si la pression de l'air éprouve de légères variations, l'abaissement ou l'élévation du mercure sera très-petite, et conséquemment le petit cylindre de fer ne sera animé que d'un très-léger mouvement, insuffisant sans doute pour vaincre le frottement qui résiste au mouvement de la poulie: d'où il résulte que ces sortes de baromètres qu'on appelle *baromètres à cadran* ne peuvent servir utilement pour des observations qui exigent une grande précision.

Nous ne parlerons pas de plusieurs autres baromètres qui ont été imaginés, 1°. parce qu'ils sont tous construits d'après les mêmes principes; 2°. parce que, n'offrant aucun avantage réel à la science, ils doivent tout au plus trouver place dans son histoire.

Le baromètre offriroit un moyen d'apprécier avec exactitude les variations qu'éprouve la pression de l'atmosphère, si les mouvemens de la colonne de mercure, mesurés d'après

les indications de l'échelle, étoient exactement proportionnels aux différentes pressions de l'air; cela n'est point, et cette imperfection est attachée à la construction de l instrument; car, à mesure que la colonne de mercure s'élève ou s'abaisse, une petite portion du mercure contenu dans la cuvette est forcé de passer dans le tube ou de rentrer dans la cuvette; ce qui fait varier la position du niveau, de manière qu'il ne répond pas constamment au zéro de l'échelle, qui est cependant le terme de départ auquel se rapporte l'observation de la hauteur à laquelle répond l'extrémité de la colonne sur la même échelle. Plus la cuvette a de largeur vers l'endroit de la ligne de niveau, moins cette imperfection est sensible. Différens moyens ont été employés pour la faire disparoître entièrement.

1°. Dans certains baromètres, on a rendu l'échelle mobile dans le sens de sa hauteur, de manière qu'à la faveur d'une vis de rappel on est toujours le maître de ramener la ligne de niveau à se trouver exactement vis-à-vis le zéro de l'échelle; on substitue alors à la cuvette une portion du tube même de l'instrument, recourbé par sa partie inférieure; la variation sensible du niveau qui en résulte pouvant toujours être corrigée par le mouvement de l'échelle.

D'autres physiciens emploient une seconde cuvette d'une plus grande capacité et remplie en partie de mercure, dans laquelle plonge entièrement la cuvette du baromètre. Lorsqu'on veut faire une observation, on élève le baromètre avec sa cuvette au-dessus du mercure environnant, et comme alors cette cuvette se trouve toujours pleine, la ligne de niveau donnée par la surface supérieure du mercure qu'elle contient, conserve une situation constante, par rapport à la graduation.

Le moyen qui me paroît le plus propre à faire évanouir l'inconvénient que présente la variation de la ligne de niveau, consiste à établir au-dessus et au-dessous du zéro de l'échelle une division semblable à celle qui se trouve dans le champ des variations de la hauteur du mercure dans le tube. Alors une simple addition ou soustraction, suivant que le mercure descend ou s'élève dans le tube, suffit pour avoir la hauteur exacte du mercure au-dessus du zéro de l'échelle.

Le mercure est suspendu à la même hauteur dans le tube du baromètre situé en plein air, ou dans une chambre bien fermée; et cependant dans ces deux positions, il y a une grande différence dans la hauteur de la colonne d'air qui repose sur le mercure contenu dans la cuvette.

Pour résoudre cette espèce d'objection, il suffit de considérer la manière dont l'air agit sur le mercure de la cuvette pour déterminer son ascension dans le tube. Les molécules d'air qui touchent immédiatement le mercure soutiennent la pression de l'atmosphère; et comme elles sont élastiques, elles réagissent en toutes sortes de sens avec une force égale à celle qui les comprime. L'action élastique qu'elles exercent de bas en haut détruit la pression de l'atmosphère; et celle qu'elles exercent de haut en bas, s'applique immédiatement sur le mercure contenu dans la cuvette, et nécessite son ascension dans le tube jusqu'à ce que le poids de la colonne de mercure suspendue équilibre avec la force élastique des molécules d'air

qui reposent sur la cuvette. D'où il suit que l'élasticité de l'air est la cause immédiate de l'ascension du mercure dans le tube du baromètre; et comme cette élasticité est mise en jeu par la pression de l'atmosphère, et que d'ailleurs elle lui est toujours égale, on peut dire que la pression de l'atmosphère est la cause de l'ascension du mercure dans le baromètre, quoique, à proprement parler, elle soit déterminée par l'élasticité de l'air.

Il suit de là que l'élasticité de l'air étant la même, la hauteur de la colonne de mercure suspendue dans le tube doit être la même, et c'est ce qui a lieu, lorsque le baromètre est en plein air, ou dans une chambre bien fermée, puisque l'air d'une chambre communique ou a déjà communiqué avec l'air extérieur.

L'échelle du baromètre a une base différente de celle du thermomètre. Dans celui-ci, les mouvemens de la colonne de mercure se mesurent en parties proportionnelles à la distance entre les deux limites données par l'observation. Ils diffèrent dans les divers thermomètres, quoique par degrés semblables, quand les circonstances l'exigent. Dans le baromètre, au contraire, où il n'y a qu'un terme fixe, savoir, le niveau qui s'établit de lui-même dans le premier instant, la hauteur de la colonne se mesure d'une manière absolue.

Lorsqu'on agite dans l'obscurité certains baromètres, on aperçoit, à la partie supérieure et vide du tube, une traînée lumineuse qui paroît suivre le mercure. Cette clarté est produite par l'électricité que développe le frottement du mercure contre la surface intérieure du tube. Ce seroit une erreur de croire que les baromètres lumineux sont ceux qui sont construits avec le plus d'exactitude; ils ne sont lumineux que parce qu'ils ne sont pas parfaitement purgés d'air, et ce défaut de vide parfait est une imperfection dans l'instrument; car s'il y a quelque bulle d'air dans la partie supérieure du tube, son élasticité jointe au poids de la colonne de mercure suspendue, fait équilibre à la pression de l'atmosphère; et conséquemment le poids de la colonne de mercure n'offre plus une mesure exacte de cette pression. J'ai dit que les baromètres ne sont lumineux que parce qu'ils ne sont pas parfaitement purgés d'air. L'expérience justifie cette assertion. Si l'on a un baromètre parfaitement purgé d'air, et qu'on l'agite dans l'obscurité, il ne donne point de clarté; si l'on y introduit une très-petite bulle d'air, il devient lumineux; enfin il perd cette propriété si l'on y introduit une plus grosse bulle d'air.

Pour construire un bon baromètre, il faut, 1°. se procurer un tube bien calibré, c'est-à-dire, d'un diamètre égal dans toute sa longueur; 2°. exposer le tube à l'action d'une forte chaleur, afin d'enlever à ses parois intérieures et l'air et l'humidité qui en mouillent la surface; 3°. introduire dans le tube un petit entonnoir de verre bien net et bien sec; 4°. verser alors dans l'entonnoir, sans aucune interruption, du mercure bien pur et bouillant, jusqu'à ce que le tube soit plein.

Puisque c'est la pression plus ou moins grande que l'air exerce sur le mercure de la cuvette qui tient ce liquide plus ou moins élevé dans le tube, les variations du baromètre nous apprennent donc que le fluide

dans lequel nous sommes sans cesse plongés exerce sur nos organes une action plus ou moins forte, dont l'influence sur l'économie animale ne sauroit paroître équivoque.

A cet avantage, qui donne du prix au baromètre, s'en joint un autre qui le rend encore plus recommandable, surtout aux voyageurs et aux habitans de la campagne. Cet instrument peut annoncer, avec quelque espèce de vraisemblance, la pluie et le beau temps. Ce n'est cependant qu'à de certaines conditions, qu'il importe de développer.

Le poids de la colonne de mercure, suspendue dans le tube du baromètre, et la pression de la colonne atmosphérique qui repose sur la cuvette, doivent être regardés comme des forces opposées, et qui conséquemment doivent être égales dans le cas d'équilibre. D'où il suit qu'une diminution dans le poids de la colonne de mercure, suspendue dans le tube, annonce toujours une diminution dans la pression de l'atmosphère, et conséquemment que si la pression de l'atmosphère étoit l'unique cause de la dissolution de l'eau par l'air, une diminution dans le poids de la colonne de mercure, suspendue dans le tube, annonceroit toujours l'abandon que feroit l'air d'une partie de l'eau qu'il tient en dissolution, c'est-à-dire, la chute prochaine de la pluie. Mais la pression de l'atmosphère se combine avec la température pour opérer la dissolution de l'eau par l'air. (*Voy.* au mot Air l'article qui traite de sa faculté dissolvante.) D'où il résulte que la pression peut diminuer, et conséquemment le mercure descendre dans le tube du baromètre, sans que l'air abandonne l'eau qu'il tient en dissolution, c'est-à-dire, sans qu'il pleuve; et pour cela, il suffit sans doute que la température augmente dans le même rapport que la pression diminue.

D'après ce qui vient d'être dit, il est aisé de sentir que le baromètre seul ne peut donner que des signes très-équivoques de pluie et de beau temps. Lorsqu'on veut le faire servir à cet usage, il faut suivre en même temps sa marche et celle du thermomètre. (*Voyez* le mot Thermomètre.) Ces deux instrumens réunis peuvent annoncer d'avance les changemens de temps. Ainsi, par exemple, lorsque le thermomètre marque que la température n'a pas changé, tandis que l'abaissement du mercure dans le tube du baromètre annonce une diminution de pression, c'est un signe qui présage la pluie. Si la colonne de mercure souffre en même temps une dépression sensible dans le tube du baromètre et dans celui du thermomètre, c'est un indice à peu près certain de pluie abondante. Enfin, si le mercure monte en même temps dans les deux tubes, la pression et la température augmentent en même temps; la faculté dissolvante de l'air croît dans le même rapport; ce qui annonce un temps sec et serein.

Le baromètre peut encore servir utilement à la mesure de la hauteur des montagnes. Pour cela, on est d'abord parti des expériences de *Perrier*, qui prouvent qu'une diminution d'une ligne dans la hauteur de la colonne du baromètre correspond à une élévation de 75 pieds, ce qui, traduit dans le langage des nouvelles mesures, donne 108 décimètres d'élévation, pour une dépression d'un centimètre dans le baromètre. L'emploi de

Digitized by Google

ce moyen doit être limité dans des espaces pen considérables, qui n'excèdent pas 1000 ou 1200 toises; car ensuite la densité de l'air diminuant à mesure qu'on s'élève, la même dépression d'un ligne correspond à une plus grande élévation. Il faut alors se servir du principe déjà démontré (*voyez* le mot ATMOSPHÈRE TERRESTRE), que la hauteur de l'atmosphère augmentant en progression par différence, la densité de l'air décroît en progression par quotient; cette densité étant elle-même proportionnelle à la pression, sera indiquée par le baromètre, de sorte que les hauteurs de l'atmosphère pourront être regardées comme les logarithmes des hauteurs de la colonne barométrique. Pour s'épargner la peine de construire une nouvelle table de logarithmes, il faut trouver le module, par lequel multipliant les logarithmes ordinaires, on obtienne ceux relatifs à la hauteur de l'atmosphère. Différens physiciens se sont occupés de cet objet.

Deluc a été conduit par ses recherches à ce résultat, qu'il falloit multiplier par 10000 les logarithmes des tables ordinaires, pour avoir la hauteur en toises qui correspond au nombre de lignes qu'indique le baromètre. On prendra donc la différence qui existe entre les logarithmes vulgaires, des nombres de lignes que marque le baromètre, on la multipliera par 10000, en avançant la virgule de quatre rangs, et l'on aura en toises la distance verticale des deux stations.

Cette méthode est sujette à deux corrections, nécessitées par la température, qui d'ordinaire est moindre à mesure qu'on s'élève davantage. La première est qu'il faut augmenter un peu la hauteur de la colonne du baromètre à mesure que la température diminue, parce que le mercure se contracte alors; la seconde provient de ce que le principe dont nous nous sommes servis suppose la température la même à toutes les hauteurs.

Pour déterminer la première correction, *Deluc* chercha d'abord par l'observation à quel degré de température la hauteur du baromètre n'exigeroit aucune correction; il trouva que c'est à 10 degrés du thermomètre de *Réaumur*, et que la quantité dont s'allongeoit ou s'accourcissoit la colonne de mercure par chaque degré du thermomètre, est de 0,^{lig} 075, en supposant que le baromètre eût été d'abord à 27 pouces.

A l'égard de la seconde correction, *Deluc* chercha à quelle température il n'y auroit aucun changement à faire, au nombre de toises donné par la correction précédente; cette température est de 16^{d} $\frac{3}{4}$. Supposant ensuite que la température varioit en progression par différence dans l'étendue d'une colonne d'air, il trouvoit que son volume varioit de $\frac{1}{2^{14}}$ par degré du thermomètre. Il étoit facile, d'après cela, de déterminer l'erreur en plus ou en moins, et d'obtenir un résultat définitif.

Laplace a imaginé une méthode qui ne laisse plus à désirer que la détermination exacte des quantités qui lui servent de base. Dans cette méthode, le coëfficient constant dépend du rapport des pesanteurs spécifiques de l'air et du mercure à la pression habituelle de l'atmosphère, à la surface de la mer; ce coëfficient, en supposant que la masse d'air ait partout la tem-

pérature de la glace fondante, est 17972,1 mètres.

Si la température étoit autre que celle que nous venons de supposer, il faudroit prendre la demi-somme des températures observées dans les deux stations, pour la température moyenne de la colonne d'air. Cela posé, l'air se dilate de $\frac{1}{250}$ de son volume par chaque degré de l'échelle centigrade; la hauteur de la couche d'air qui a une densité donnée augmente donc aussi de $\frac{1}{250}$, et il faut ajouter au module le 250e. de ce même module, multiplié par le nombre des degrés de la température moyenne entre les deux stations.

Quant à la correction qui dépend de l'effet thermométrique de la chaleur sur la colonne du baromètre, elle est la même que dans le procédé de *Deluc*; on part seulement de cette base, que le mercure se dilate de $\frac{1}{5555}$ de son volume par chaque degré du thermomètre centigrade.

BAROSCOPE. Nom que quelques physiciens ont donné au baromètre.

BARREAUX MAGNÉTIQUES. Ce sont des barres d'acier trempé, auxquelles on a communiqué la vertu magnétique. On a décrit le meilleur procédé à suivre pour faire et conserver des barreaux magnétiques, à l'article AIMANT ARTIFICIEL. (*Voyez* AIMANT ARTIFICIEL.)

BARRES MAGNÉTIQUES. C'est la même chose que barreaux magnétiques. (*Voyez* BARREAUX MAGNÉTIQUES.)

BARRILLET. Pièce d'une montre ou d'une pendule qui a la forme d'un tambour ou d'un barril, et dans laquelle on renferme le ressort qui fait mouvoir la machine.

BARYTE. La nature ne nous offre jamais cet alcali dans son état de pureté. Le plus souvent il est combiné avec l'acide sulfurique, quelquefois avec l'acide carbonique. Le sulfate de baryte existe en grandes masses dans la Basse-Normandie, dans l'Auvergne et dans les mines où elle sert souvent de gangue. Le carbonate de baryte se trouve exclusivement en Ecosse.

Il est facile d'extraire la baryte du carbonate de baryte: il suffit de le calciner dans un creuset au milieu du charbon avec lequel on l'a mêlé, et qui favorise l'évasion de l'acide carbonique.

Il n'est pas aussi aisé d'extraire la baryte du sulfate de baryte; et cependant la grande rareté du carbonate de baryte nous force très-souvent de recourir à ce moyen. Il importe donc de décrire le procédé le plus propre à effectuer cette extraction.

On met dans un creuset huit parties de sulfate de baryte en poudre fine sur une partie de charbon bien mélangée. On chauffe plusieurs heures au rouge; on dissout dans l'eau le sulfure de baryte qui en résulte; on y verse de l'acide nitrique qui en précipite le soufre; on fait évaporer et cristalliser le nitrate de baryte qu'on chauffe ensuite fortement dans une cornue: l'acide nitrique se décompose; on recueille du gaz oxigène avec du gaz azote, et la baryte reste pure.

1°. Dans cet état de pureté, la baryte est grise ou verdâtre; sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 4 à 1.

2°. Elle a une saveur très-caustique, et qui est promptement véné-

neuse, quand elle agit sur l'estomac et les intestins.

3°. Elle s'éteint à l'air, et son extinction est beaucoup plus vive que celle de la chaux.

4°. Elle s'échauffe plus vivement que la chaux avec l'eau froide qui en dissout un vingtième de son poids. Cette dissolution verdit fortement le sirop de violette, et en détruit bientôt la couleur.

L'eau bouillante dissout la moitié de son poids de baryte bien pure. Cette dissolution cristallise en se refroidissant; elle fournit de longs prismes à quatre pans, qui perdent à l'air un peu de leur eau de cristallisation.

La baryte attire l'humidité de l'air, ainsi que l'acide carbonique; elle blanchit alors et augmente de poids.

Elle verdit les couleurs bleues végétales, à l'exception de la teinture de tournesol.

Elle s'unit au soufre, et forme par cette union du sulfure de baryte.

Elle se combine avec tous les acides.

Elle a pour l'acide sulfurique plus d'attraction que la potasse; le sel qu'elle forme avec lui se précipite sur le champ, et sert à faire reconnoître la présence de l'acide partout où il se trouve.

BASCULE. C'est une pièce de bois soutenue vers son milieu par un axe sur lequel elle peut tourner; c'est un levier du premier genre. (*Voyez* Levier.)

BATTERIE ÉLECTRIQUE. Appareil au moyen duquel on produit de grandes commotions électriques; il se compose de plusieurs bouteilles de Leyde (*voy.* Bouteilles de Leyde) réunies dans une boîte doublée de métal et particulièrement d'étain; ainsi toutes les surfaces extérieures communiquent ensemble, et on fait communiquer entre elles les surfaces intérieures au moyen de tiges métalliques; on charge cette batterie électrique comme la bouteille de Leyde, en faisant communiquer ses surfaces intérieures ou extérieures avec la machine électrique, et les autres surfaces avec le réservoir commun; en établissant ensuite la communication entre les surfaces intérieures et extérieures, on obtient des commotions d'autant plus fortes que les bouteilles de Leyde ou jarres, (c'est le nom qu'on donne aux grandes bouteilles de Leyde employées dans les batteries électriques,) sont plus grandes et en plus grand nombre. Quelques physiciens se sont occupés de mesurer l'intensité des commotions qu'on peut produire avec cet appareil, en y exposant des animaux. Dans plusieurs expériences, des chiens assez gros ont été tués par la première commotion. On a dressé des batteries qui, chargées avec deux bonnes machines électriques, ont donné des décharges que l'on a présumées capables de tuer un bœuf.

BAUDRUCHE. Membrane très-fine et très-lisse, tirée des intestins des animaux, et surtout de ceux du bœuf. La baudruche est très-employée par le batteur d'or. C'est au moyen de la baudruche qu'il parvient à faire ces feuilles d'or extrêmement minces dont se servent les doreurs, les fourbisseurs, les arquebusiers, les relieurs, etc.

Lorsqu'on a réduit l'or en lames très-minces, en le battant à coups de marteau, et qu'on ne peut continuer

de le battre à nu sans le déchirer, on place chacune de ces lames minces entre deux baudruches, et on continue à les battre; on parvient ainsi à les réduire à un état de ténuité tel qu'il en faudroit, dit *Réaumur*, plus de treute mille les nnes sur les autres pour faire l'épaisseur d'une ligne; ce qui prouve et la grande ductilité de l'or et la grande divisibilité de la matière.

La baudruche qui a ainsi servi au batteur d'or, est connue sous le nom de peau divine; on s'en sert pour guérir les coupnres.

BÉATIFICATION. Nom d'une expérience d'électricité. Lorsqu'on place un homme sur un isoloir, et qu'on l'électrise fortement et dans l'obscurité, l'électricité tendant à se mettre en équilibre avec le réservoir commun, s'échappe de toutes les parties de son corps, et particnlièrement de ses cheveux, en une multitude de jets lumineux, et forme antour de sa tête un cercle de lumière qui ressemble à l'auréole, dont les peintres entourent la tête des saints, et qui est le caractère de la béatification.

Cette expérience a toujours plus de succès quand la personne est bien isolée, qu'elle est jeune et en bonne santé, quand l'obscurité est parfaite, quand la machine electrique peut fournir beaucoup d'électricité, et enfin quand on place au-dessus et à quelque distance de la tête de la personne électrisée nn corps qui conduit l'électricité, et qui communique par ses deux extrémités avec le réservoir commun.

BÉLIER. Machine de guerre dont les anciens se servoient pour battre les murs des villes assiégées. Le bélier étoit une grosse poutre ferrée par les deux bouts, que l'on suspendoit par deux fortes chaînes, ou qu'on posoit sur des rouleaux; par l'nn ou l'autre moyen, il étoit aisé de la mettre en mouvement et de lui faire diriger tout son effort contre les murs: cet effort étoit d'autant plus grand que la poutre avoit plus de masse et qu'on lui donnoit plus de vitesse, et à force de redoubler les coups on parvenoit à renverser les murs.

On donnoit le nom de bélier à cette machine, parce que le fer qui étoit à celle des extrémités de la pontre destinée à frapper le mur, avoit la forme d'une tête de bélier.

BÉLIER. C'est le nom du premier des douze signes du zodiaque, ainsi que la première partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer à l'équinoxe du printemps, le 1er. germinal (21 mars). C'est alors que commence le printemps pour les habitans de l'hémisphère septentrional, et l'automne pour les habitans de l'hémisphère méridional.

Il ne faut pas confondre au ciel le signe avec la constellation dont il porte le nom; les signes sont des parties de l'écliptique, composées de trente degrés chacune, et qui se comptent à partir de l'équinoxe du printemps. Ces parties se tronvoient vis à vis les constellations de même nom, lorsqu'on fit cette division de l'écliptique; mais ce point de l'équinoxe de notre printemps recule tous les ans de 50″ 2‴, ce qui fait que tout le ciel étoilé paroît avancer d'autant. Ce mouvement a fait avancer les constellations d'euviron 30°, ce qui fait qu'aujourd'hui celle du Bélier est à la place du Taureau, celle-ci à la place des Gémeaux, et ainsi des autres. Malgré ce déplacement, on a toujours conservé les mêmes noms

aux divisions du zodiaque, et c'est ce que les astronomes appellent les douze signes du zodiaque.

Les astronomes caractérisent le Bélier par cette marque ♈.

BÉLIER HYDRAULIQUE. Nouvelle machine hydraulique, imaginée par *Mongolfier*, auteur des ballons aérostatiques.

Cette machine est composée d'un tuyau vertical (*fig.* 15, *pl.* 3), assemblé à angle droit au tuyau horizontal de même diamètre, dont PP' représente une partie, et à l'extrémité duquel sont deux soupapes S, S'; d'un récipient R ajusté à l'extrémité du tuyau horizontal au-dessus de la soupape S'; enfin, d'un tuyau d'ascension TM qui descend dans le récipient R jusqu'à un pouce et demi de S'. La soupape S' s'ouvre de bas en haut, la soupape S s'élève dans le tuyau; elle est soutenue par un foible ressort *rr* formé par un fil de cuivre roulé en spirale, qui lui permet de se fermer de haut en bas.

Pour bien concevoir la théorie et le jeu de cette machine, il faut savoir que les corps tombant dans le vide, parcourent 4,9 mètres (15 pieds) dans la première seconde, et qu'ils ont dans leur chute un mouvement uniformément accéléré; d'où il suit qu'une colonne liquide tombant sans frottement dans un tube vertical où l'on auroit fait le vide, parcourroit le même espace dans le même temps et avec une vitesse uniformément accélérée; et s'il se trouvoit à l'extrémité de ce tube un tube horizontal, le liquide y couleroit avec la vitesse acquise à la fin de l'accélération : on suppose le tube horizontal vide comme le premier, et de plus, que le liquide n'éprouve contre les parois du tube et contre ses propres molécules aucun frottement. (*Voyez* Pesanteur, et Écoulement des liquides.)

Si maintenant on examine le mouvement du liquide dans des tuyaux remplis et entretenus constamment pleins, et si l'on a égard au frottement qu'il éprouve contre les parois des tuyaux et contre lui-même, on verra que ce mouvement, sans être uniformément accéléré, est tel que la vitesse de la colonne, d'abord nulle, arrive par degrés à son *maximum* en un temps plus ou moins long, selon les dimensions des tuyaux; et si à cet instant on ferme l'ouverture du tuyau horizontal, le liquide exercera dans tous les sens et dans le premier instant sur les parois de l'extrémité de ce tuyau une pression proportionnelle à sa masse et à sa vitesse.

Voyons maintenant ce qui se passera dans la machine décrite ci-dessus. Quand, au moyen d'une source ou d'un réservoir, nous ferons arriver dans le tuyau vertical un courant d'eau continu, d'abord l'eau remplira les tuyaux vertical et horizontal, et pouvant s'écouler par la soupape S, sa vitesse arrivera à son *maximum*; la force du ressort qui soutient la soupape S, étant calculée pour que dans cet instant elle puisse se fermer; elle se fermera; la colonne d'eau agira alors dans tous les sens, soulevera la soupape S'; l'eau s'élèvera dans le récipient et dans le tuyau d'ascension; sa vitesse décroîtra, et quand elle sera presque nulle S' se refermera; alors S s'ouvre de nouveau, l'écoulement recommence, l'eau recouvre sa première vitesse et le jeu de la machine continue; lorsque la machine commence à jouer, l'eau qui entre dans le récipient

comprime l'air qu'il contient ; lorsque la soupape S' est fermée, la force élastique de cet air agit sur l'eau restée dans le récipient et en force une partie à monter dans le tuyau d'ascension, ce qui donne un mouvement continu à la colonne ascendante, et favorise par là le jeu de la machine.

Chaque fois que la soupape S se ferme, on entend un bruit semblable à celui d'un coup de marteau, ce qui a engagé l'inventeur à lui donner le nom de *bélier hydraulique*.

Mongolfier nomme le tuyau vertical colonne active, et le tuyau horizontal colonne passive. On n'a point encore déterminé le rapport des longueurs de ces deux colonnes, qui donne les résultats les plus avantageux.

Pour juger qu'une machine hydraulique est meilleure qu'une autre, il faut 1°. comparer dans chacune la dépense au produit ; 2°. comparer les frais d'établissement et d'entretien pour ces deux machines. La dépense se mesure en multipliant la quantité d'eau destinée à mettre la machine en mouvement, par la hauteur dont elle tombe avant d'agir sur la machine ; on évalue le produit en multipliant la quantité d'eau élevée par la hauteur à laquelle elle s'élève.

En appliquant cette règle à la machine de Marly, et prenant les circonstances les plus favorables, on trouve que la dépense est au produit comme 60 : 1.

Des expériences de ce genre faites sur le bélier hydraulique à Evilly, à l'école polytechnique et chez *Mongolfier*, ont donné pour rapport moyen de la dépense au produit, 100 : 54 ; ainsi le bélier hydraulique de *Mongolfier*, à la simplicité de son établissement et de son entretien, réunit l'avantage de donner un plus grand produit ; ce qui est un sûr garant de l'utilité dont pourra être cette machine.

BÉRÉNICE (Chevelure de). *Voy.* CHEVELURE DE BÉRÉNICE.

BERYL ou AIGUE-MARINE. (*Voyez* PIERRE.)

BIÈRE. Liqueur spiritueuse, produit de semence des graminées, et surtout de l'orge, à laquelle on a fait éprouver la fermentation vineuse.

Pour faire la bière, on fait tremper l'orge pendant trente ou quarante heures dans l'eau pour la ramollir ; on laisse germer cet orge mis en tas, on le sèche, on le crible ensuite pour en séparer les germes sortis des grains ; on le moud en une farine nommée malt, on délaie cette farine dans une cuve avec de l'eau chaude qui dissout le mussilage sucré, on reverse la dissolution de nouveau sur le malt après l'avoir fait chauffer ; on la fait cuire ou bouillir quelque temps, et on met à fermenter avec du houblon et de la levure, dans une cuve ; quand la fermentation est appaisée, on l'agite, on tire la bière dans des tonneaux ; la fermentation secondaire ou suite de la première en soulève une écume nommée levure, qui sert à exciter la fermentation de la décoction d'orge dans la cuve.

Tous les produits de la fermentation vineuse contiennent de l'acide carbonique, mais la bière en contient surtout une grande quantité ; lorsqu'on l'agite ou qu'on l'échauffe, il se dégage avec effervescence ; c'est à ce dégagement qu'est due la rupture des vases qui la contiennent, et l'écume qui nage à sa

surface quand on l'a versée dans les verres.

(*Voyez* pour les élémens de la bière et pour leur combinaison, l'article FERMENTATION VINEUSE.)

BISE. On a donné ce nom au vent de nord-est; ce vent est ordinairement très-froid, sans doute parce que venant des régions septentrionales, il nous apporte un air qui a été peu échauffé par les rayons solaires, qui, pendant un certain temps de l'année, ne tombent point sur cette partie de la terre, et qui dans d'autres temps ont une incidence très-oblique.

BISMUTH. (*Voyez* MÉTAUX.)

BISSEXTE. C'est le nom que l'on donne au jour ajouté tous les quatre ans à l'année ordinaire de 365 jours, pour en faire une année de 366 jours. La terre fait sa révolution autour du soleil en 365 jours et environ 6 heures; après quatre révolutions, il y a quatre fois 365 jours plus 24 heures d'écoulés; l'année commune étant composée de 365 jours, il se trouve après quatre années un jour excédent, qu'on ajoute à la quatrième.

BISSEXTILE. Nom de l'année composée de 366 jours; cette année arrive de quatre en quatre ans. (*Voy.* ANNÉE BISSEXTILE.)

BISSEXTILE (Année). *Voyez* ANNÉE BISSEXTILE.)

BLANC. Il résulte de la réunion des sept couleurs dont un rayon solaire est composé. Si on emploie les sept rayons tels que le prisme nous les donne, on obtient un blanc jaune qui est la couleur du soleil; mais en retranchant les rayons jaunes, on aura un blanc beaucoup plus parfait. Les corps blancs sont ceux qui s'échauffent le moins au soleil, parce qu'ils réfléchissent à peu près tous les rayons qu'il leur envoie. (*Voy.* COULEURS.)

BLANCHE (Gelée). *Voyez* GELÉE BLANCHE.

BLANCHEUR. C'est la disposition d'un corps à réfléchir les rayons dont le blanc est composé. (*Voy.* BLANC, COULEURS.)

BLEU. C'est une des sept couleurs dont est composé un rayon solaire. Les corps peuvent réfléchir les rayons bleus mêlés avec quelques autres, de manière que la première couleur soit prédominante, ce qui forme ainsi plusieurs nuances de bleu. Les rayons bleus occupent le troisième rang dans l'ordre de la réfrangiblité; c'est à la réflexion de ces mêmes rayons qu'est due la couleur azurée de l'atmosphère. (*Voyez* COULEURS.)

BOCCA D'INFERNO. (*Voyez* FEUX FOLLETS.)

BOITE A CUIR. C'est un cylindre creux de métal, dans lequel est placé un cuir gras qui donne passage à une tige de métal, qui peut se mouvoir de haut en bas et tourner sur son axe, sans que l'air puisse entrer ou sortir du vase auquel est appliquée la boîte à cuir. On s'en sert pour transmettre le mouvement dans un récipient où l'air est dilaté ou comprimé.

BOLOGNE (Pierre de) *Voyez* PIERRE DE BOLOGNE.

BOMBE. Boule de fer creuse, plus épaisse à son fond qu'à sa partie supérieure, et destinée à être remplie de poudre par un orifice pratiqué dans son épaisseur, afin que le feu se communiquant à la poudre par une fusée placée dans cet orifice, réduise la bombe en éclats.

Il n'est pas difficile de charger une bombe de manière que la poudre en-

flammée ne sorte pas par la lumière sans faire éclater la bombe ; tout l'art du bombardier consiste donc à la faire tomber où il veut, c'est pour cela qu'il a besoin de la balistique. La bombe porte d'autant plus loin, que l'élévation du mortier fait avec l'horizon un angle plus approchant de 45 degrés. Pour avoir au juste l'inclinaison qu'il faut donner au mortier pour que la bombe porte à une distance donnée, il faut se servir de ce principe, que la portée de différens coups est, à charge égale, comme le sinus du double des angles d'élévation du mortier. On fait une première expérience sous un angle donné, et connoissant d'ailleurs la portée qu'on veut donner à la bombe, on a dans la proportion précédente de quoi déterminer l'inclinaison du mortier.

BOOTES. C'est un nom que les astronomes donnent à la constellation du Bouvier. (*Voyez* Bouvier.)

BORÉAL. Épithète que l'on donne à tout ce qui vient du nord ou du septentrion, ou qui se trouve dans cette partie du monde. Le pôle *boréal*, par exemple, est le pôle nord ou le pôle septentrional. Les signes du zodiaque qui sont situés du côté du nord sont appelés signes boréaux ou septentrionaux.

BORÉAL (Hémisphère). *Voyez* Hémisphère boréal.

BORÉALE (Aurore). *Voyez* Aurore boréale.

BORÉALE (Couronne). *Voyez* Couronne boréale.

BORÉE. Ce mot sert quelquefois à désigner le vent du nord.

BORNOYER ou BORNEYER. C'est regarder avec un œil en fermant l'autre, afin de mieux juger de l'alignement, ou pour connoître si une surface est plane.

BOUGIE PHILOSOPHIQUE. On a donné ce nom à une vessie remplie de gaz hydrogène bien pur, et à laquelle on a adapté un robinet et un ajutage qui sert à faire sortir le gaz hydrogène lorsqu'on presse la vessie ; alors si l'on présente une bougie allumée à l'orifice de l'ajutage, le gaz hydrogène prend feu et imite assez bien la flamme d'une bougie. (*Voyez* le mot Gaz hydrogène.)

BOUILLIR (Action de). C'est l'agitation d'un liquide, déterminée par la présence du calorique.

Lorsqu'un liquide est soumis à l'action d'une forte chaleur, le calorique, en vertu de sa tendance à se mettre en équilibre, pénètre les pores du vase qui renferme le liquide, s'unit aux molécules du liquide qui occupent le fond du vase, et leur donne la fluidité aériforme. Ces molécules réduites à l'état élastique ne pouvant se dissoudre dans le liquide, s'élèvent en vertu de leur légèreté spécifique et vont crever sur sa surface, ce qui cause un flux continuel de molécules ascendantes et de molécules descendantes ; c'est-à-dire que par là le liquide de la surface et celui qui est au fond changent continuellement de place. De là vient sans doute que le liquide de la surface est plutôt chaud que celui du fond. C'est ce qui a fait dire à *Homberg* que si on ôte du feu une chaudière bouillante, on peut, sans crainte de se brûler, appliquer la main dans l'instant sous la chaudière.

L'eau paroît bouillir dans le récipient de la machine pneumatique dont on a pompé l'air ; la raison de ce phénomène est facile à saisir ; car la pres-

sion de l'atmosphère n'agissant plus sur la surface de l'eau, l'air qu'elle tenoit en dissolution doit reprendre son état élastique, soulever l'eau et se dégager par lui-même.

Lorsque l'ebullition de l'eau cesse, on peut la faire recommencer en y versant de l'eau froide; et quand l'ébullition est très-grande, on peut la faire diminuer en y mêlant de l'eau chaude; car en versant de l'eau froide, on ajoute du nouvel air qui est dissous dans le liquide, et en versant de l'eau chaude on n'ajoute point d'air, ou s'il en reste encore dans l'eau, il est si dilaté qu'il n'a presque aucun effort à faire pour recouvrer sa liberté.

BOUSSOLE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, située au voisinage du tropique du Capricorne, au-dessus du Navire. C'est une des quatorze constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il fit pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'académie des sciences*, année 1752, pl. 20; elle est composée d'une boussole ou compas de mer.

BOUSSOLE. Boîte dans laquelle est placée librement sur un pivot une aiguille aimantée, attachée sous une feuille circulaire de tôle ou de carton, sur laquelle on a tracé les trente-deux airs de vent, et dont la circonférence est divisée en 360 degrés. La boîte est suspendue de manière que l'aiguille conserve toujours une situation horizontale, quels que soient les mouvemens du vaisseau sur lequel on en fait usage.

Cet instrument, connu aussi sous le nom de *compas de mer* ou *compas de route*, sert utilement au voyageur dans des circonstances périlleuses. Lorsqu'emporté par un vaisseau, l'obscurité d'une nuit profonde dérobe les astres à ses regards, il a recours à la boussole, qui, par la direction de son aiguille, fixe sa marche flottante, en lui traçant la route qu'il doit suivre.

L'origine de la boussole va se perdre dans la nuit des temps reculés et dans le labyrinthe des conjectures.

Les uns en attribuent l'invention à un Napolitain, *Flavio de Giova*, qui vivoit dans le treizième siècle; et cependant les ouvrages de *Guyot de Provins*, vieux poëte français du douzième siècle, attestent que la boussole étoit connue de son temps; il dit expressément que l'aimant sert utilement à la navigation.

D'autres prétendent que la France a été le berceau de la boussole, et ils fondent leur opinion sur ce que l'on met partout une fleur de lis pour marquer le nord, soit dans le carton mobile dont les mariniers chargent l'aiguille, soit dans la rose des vents qu'on attache sous le pivot de l'aiguille au fond des boussoles sédentaires. Voilà, disent-ils, des indices non équivoques que toutes les nations ont imité les premières boussoles qui sont sorties des mains d'un artiste français.

Ceux-ci pensent que la boussole a pris naissance en Angleterre, ou du moins qu'elle y a été perfectionnée, par la manière de suspendre la boîte où est l'aiguille aimantée. Ils disent, en faveur de leur opinion, que tous les peuples ont reçu des Anglais les noms que porte la boussole, en recevant de leurs mains la boussole même ramenée à une forme commode. On la nomme, disent-ils, *compas de*

mer, des deux mots anglais *mariners compass*, et du mot anglais *box*, petite boîte; les Italiens ont fait leur *bossola*, comme d'Alexandre ils font *Alessandro*. La vérité est que le mot boussole vient du latin *buxus*, d'où l'on a tiré *buxolus*, *buxola*, *bussola*, et enfin *boussole*. Les Espagnols et les Portugais disent *bruxula*, qui paroît tirer son origine de *bruxa*, sorcière; il y a apparence que c'est une corruption de *bussola*. Quant au nom de *mariners compass*, les Français pourroient prétendre que les Anglais l'ont puisé dans leur langue, en traduisant le nom français *compas de mer*.

Ceux-là enfin assurent que c'est aux Chinois qu'est dû l'honneur de la découverte de la boussole; mais, comme encore aujourd'hui on n'emploie l'aiguille aimantée à la Chine qu'en la faisant nager sur un support de liége, comme on faisoit autrefois en Europe, on peut croire que *Marco Paolo* ou d'autres Vénitiens qui alloient aux Indes et à la Chine par la mer Rouge, ont fait connoître cette expérience importante, dont différens pilotes ont ensuite perfectionné l'usage parmi nous.

D'après ces différentes prétentions, il seroit sans doute difficile, pour ne pas dire impossible, de décider d'une manière absolue la question relative à l'origine de la boussole. Il paroît cependant qu'il en est de cette découverte comme de toutes sortes d'inventions, elles ont leur naissance, leurs progrès et leur perfection. De tout temps on a connu la propriété qu'a l'aimant d'exercer sur le fer une force attractive puissante; mais les anciens ignoroient entièrement que l'aimant suspendu ou flottant sur l'eau à la faveur d'une tranche de liége, tourne toujours un de ses côtés, et toujours le même côté, vers le nord. Celui qui découvrit le premier cette propriété en resta là, il ne jugea ni l'importance ni l'usage de sa précieuse découverte. Des curieux répétant l'expérience, en vinrent jusqu'à cacher une aiguille aimantée sur deux brins de paille posés sur l'eau, et à remarquer que cette aiguille tournoit invariablement sa pointe vers le nord. C'étoit là sans doute la route de la grande découverte, mais ce n'étoit pas encore là la boussole. Le premier usage qu'on fit de cette découverte fut d'en imposer aux ignorans par des apparences de magie. Des esprits plus réfléchis l'appliquèrent enfin aux besoins de la navigation, et *Guyot de Provins*, qui se trouva à la cour de l'empereur Frédéric à Mayence, en 1181, nous apprend, dans le roman de *la Rose*, que nos pilotes français faisoient usage d'une aiguille aimantée ou frottée contre un aimant, qu'ils appeloient *marinette*, et qui régloit la marche des mariniers dans les temps nébuleux.

Au lieu d'étendre sur de la paille ou sur du liége, à la surface de l'eau, des aiguilles qui recevoient du mouvement du vaisseau, de fréquentes agitations, quelque artiste intelligent imagina de suspendre sur un pivot ou sur une pointe immobile, le milieu d'une aiguille aimantée, le tout placé dans une boîte, afin que se balançant librement, elle suivît la tendance qui la ramène vers le pôle. Un autre enfin conçut et effectua le projet de charger cette aiguille d'un petit cercle de carton fort léger, où il avoit tracé les quatre points cardinaux, accompagnés des traits des principaux vents, le tout divisé par les 360 degrés de l'horizon.

Cette petite machine légèrement suspendue dans une boîte, qui étoit suspendue elle-même à peu près comme la lampe des mariniers, répondit parfaitement aux espérances de l'inventeur.

La boussole est composée d'une aiguille faite avec une lame d'acier trempée et aimantée sur l'aimant le plus vigoureux; l'aiguille est fixée à une rose de carton ou de talc, sur laquelle on a tracé un cercle divisé en trente-deux parties égales; savoir, d'abord en quatre par deux diamètres qui se coupent à angles droits, et qui marquent les quatre points cardinaux de l'horizon, le nord, le sud, l'est et l'ouest; chacun de ces quarts de cercle est divisé en deux, ce qui forme, avec les précédens, les huit rumbs de vent de la boussole; chaque partie est encore divisée et subdivisée en deux, pour avoir les huit demi rumbs et les seize quarts.

Le rumb du nord est ordinairement désigné par une fleur de lis, et quelquefois celui d'est par une croix; les autres le sont par les premières lettres de leur nom. Chacun de ces airs de vent ou rumbs est indiqué par une des pointes de l'étoile tracée au centre de la rose.

Il y a un autre cercle concentrique à celui de la rose, et qui est fixé à la boîte: il est divisé en 360 degrés, et sert à mesurer les angles et les écarts de la boussole. Le centre de la rose, qui est avidé, est recouvert d'un petit cone creux, de cuivre ou de quelque autre matière dure, qui sert de chape, au moyen de laquelle l'aiguille peut être posée sur un pivot bien pointu et bien poli, et s'y mouvoir librement. On suspend le tout à la faveur de deux anneaux mobiles sur deux pivots, aux extrémités des deux diamètres, dont les directions se coupent à angles droits, afin que la boussole puisse toujours conserver la situation horizontale, malgré l'agitation du vaisseau. Enfin on la renferme dans une boîte carrée, couverte d'une glace, et on la place près du gouvernail dans une plus grande boîte carrée sans fer, qui a reçu des marins le nom de *habitacle*, et qui est située à l'arrière du vaisseau, sur le pont, et éclairée pendant la nuit d'une lampe, afin que le matelot, qui tient le gouvernail, puisse avoir toujours la boussole sous les yeux, et diriger la marche du vaisseau suivant le rumb que lui a prescrit le pilote.

La rose de la boussole étant mobile sur sa chape, celui qui tient le gouvernail fait en sorte que sa pointe qui indique le rumb ou air du vent de la route actuelle du vaisseau, soit dirigée parallèlement à la quille; ce que la position de la boîte de la boussole, parallèlement aux parois de l'habitacle, indique suffisamment. Enfin, pour ne laisser aucune équivoque, on a coutume de marquer d'une croix l'endroit de la boîte qui regarde la proue.

Presque tous les officiers et pilotes attentifs ont une boussole un peu différemment construite, suspendue au plancher de leur chambre, afin de pouvoir savoir à toute heure quelle route suit le navire. Cette suspension exige moins de précaution que la précédente; mais en ce cas il importe d'observer que l'est soit à la gauche du nord, et l'ouest à sa droite; en un mot que tous les points soient dans une situation opposée à l'égard de la boussole renversée, quoique toujours dans la même position à l'égard du spectateur ou à l'égard du vaisseau.

L'habitacle renferme toujours deux boussoles, qui sont séparées par une cloison, et également exposées aux regards du pilote qui tient le gouvernail.

Pour diriger la marche du navire à l'aide de cet instrument, on reconnoît sur une carte marine, par quel rumb le vaisseau doit tenir sa route pour aller au lieu qu'on se propose d'atteindre, et on tourne le gouvernail jusqu'à ce que le rumb déterminé soit vis à vis de la croix marquée sur la boîte ; et le vaisseau faisant voile, est dans sa véritable route. Par exemple, si l'on part de l'île d'Ouessant, à l'occident de Brest, et qu'on veuille aller au cap Finistère, en Galice, on commencera par chercher dans une carte marine réduite, quelle doit être la direction de la route, et on trouve qu'on la doit faire au sud-ouest quart au sud : tournant donc le gouvernail jusqu'à ce que le rumb sud-ouest quart au sud réponde exactement à la petite croix marquée sur la boîte de la boussole, le vaisseau se trouvera dans sa véritable route.

Voilà l'usage principal qu'on fait de la boussole ; elle sert encore utilement à déterminer les latitudes, à fixer les points de l'horizon où les astres se lèvent et se couchent, c'est-à-dire, à déterminer les amplitudes orientales ou occidentales ; mais ces usages ont plus de rapport à l'astronomie et à la navigation qu'à l'usage principal de la boussole.

La déclinaison de l'aimant, qui consiste en ce que l'aiguille aimantée ne se dirige presque jamais exactement vers les pôles du monde, mais qu'elle s'en écarte ordinairement, tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest ; cette déclinaison, dis-je, qui varie dans les différens endroits de la terre, et dans les mêmes en différens temps, oblige les marins à faire continuellement des corrections aux opérations qu'ils font avec la boussole. On verra (article VARIATION) les précautions qu'ils apportent pour reconnoître et déterminer la quantité de cette variation, et les moyens qu'ils emploient pour rectifier leur route.

Les physiciens se sont occupés avec soin de perfectionner la boussole. On convient généralement que l'aiguille doit être le mieux aimantée qu'il est possible, très-légère dans sa construction, et surtout parfaitement mobile.

Le meilleur procédé qui ait été imaginé pour réunir ces précieuses qualités, est celui que *Coulomb* emploie dans la construction de sa boussole. L'expérience lui a prouvé qu'il y a dans la fabrication de l'aiguille une proportion de longueur, de largeur et d'épaisseur, qui, toutes choses égales d'ailleurs, la rend plus propre à recevoir la vertu magnétique. En suivant ce rapport déterminé par un grand nombre d'expériences, il donne à l'aiguille environ douze pouces (324 millimètres) de longueur, un pouce (27 millim.) de largeur et une ligne (2 millim.) d'épaisseur. Quant à la forme de l'aiguille, celle d'un lozange lui paroît la plus convenable. Pour donner à l'aiguille la plus grande mobilité, *Coulomb* la suspend par son centre à un fil de soie, dont l'autre extrémité est attachée à un point fixe. Il est visible que cette suspension fait évanouir le frottement qu'éprouve nécessairement l'aiguille établie sur un pivot, et conséquemment que ce procédé est le plus favorable à la mobilité de l'aiguille. Il est fâcheux qu'on ne puisse

l'appliquer à la construction des boussoles marines.

BOUSSOLE A CADRAN. Boîte sur le plan de laquelle est tracé un cadran solaire garni d'un style, et dans laquelle est suspendue librement sur un pivot une aiguille aimantée; sur le fond de cette boîte est tracé un cercle divisé en trois cent soixante parties, dont le zéro est dans la ligne nord et sud, laquelle se trouve dans le plan du style ou méridien du cadran.

Cette boussole sert à connoître quelle heure il est; il suffit, pour avoir l'heure, de la bien orienter, et l'aiguille aimantée sert à cet usage. On met pour cela le plan du cadran bien de niveau, au moyen de son à-plomb, et l'on fait ensuite répondre l'aiguille à la ligne méridienne du cadran, si dans le lieu où l'on est l'aiguille aimantée n'a aucune déclinaison; si elle en a, il faut faire répondre l'aiguille au degré qui marque cette déclinaison; alors le cadran est bien orienté, et son style se trouve précisément dans le plan du méridien.

BOUSSOLE (Variation de la). *Voyez* VARIATION DE LA BOUSSOLE.

BOUTEILLE D'EAU. On nomme ainsi des gouttes sphériques d'un fluide quelconque qui sont remplies d'air et qui se forment, soit sur la surface du fluide par l'addition d'un fluide semblable, comme lorsqu'il pleut, ou dans sa substance par une forte commotion intérieure de ses parties. (*Voyez* PLUIE.) Les bouteilles d'eau occupent plus ou moins d'espace, suivant que l'air qu'elles renferment est plus ou moins échauffé ou plus ou moins pressé. Elles sont rondes, parce que l'air qu'elles renferment agit également en toute sorte de sens; l'enveloppe qui les couvre est formée des plus petites particules du fluide; et comme ces particules sont très-minces et n'opposent qu'une très-foible résistance, la bouteille crève au moindre effort que fait l'air intérieur pour acquérir plus de volume. Le mécanisme de ces petites bouteilles est le même que le mécanisme de celles que les enfans forment avec du savon en soufflant au bout d'un chalumeau.

Si l'on met de l'eau ou un liquide quelconque sous le récipient de la machine pneumatique et qu'on commence à pomper l'air, il s'élève à la surface du liquide des bouteilles ou bulles semblables à celles qui sont produites par la pluie. Ces bouteilles sont formées par l'air qui est dissous dans l'eau, et qui se trouvant moins comprimé lorsqu'on a commencé à pomper l'air du récipient, reprend son état élastique et s'élève sur la surface du liquide.

BOUTEILLE DE LEYDE. La bouteille de Leyde est un vase de verre de forme quelconque, garni à l'intérieur et à l'extérieur, jusqu'à 60 millimètres (environ 2 pouces $\frac{1}{2}$) de son orifice, d'une substance électrisable par communication; son bouchon est traversé par une tige métallique qui communique avec la garniture intérieure; l'extrémité de cette tige est le plus souvent terminée par un crochet, et l'on ceint quelquefois la bouteille d'un cercle de métal pour y attacher une chaîne.

Cette bouteille ainsi préparée sert à augmenter l'intensité des effets électriques. Voici de quelle manière ces effets sont produits. Lorsqu'on approche le crochet de la bouteille de Leyde d'un conducteur électrisé, la garniture

intérieure s'électrise, le fluide répandu sur cette garniture agit sur le fluide de la garniture extérieure, repousse le fluide du même nom et attire le fluide de nom différent; si la garniture extérieure communique avec le réservoir commun, le fluide de même nom l'abandonnera et elle aura une électricité différente de celle de la garniture intérieure; si on fait de nouveau toucher le crochet au conducteur avec la même condition, nouvelle quantité de fluide accumulé sur la garniture intérieure, et nouvelle quantité de fluide de même nom chassé de la garniture extérieure; d'où l'on voit qu'en multipliant le contact du crochet et du conducteur, on électrisera plus fortement les deux garnitures; comme leurs électricités diffèrent, elles tendent à se mettre en équilibre; et si, au moyen d'un corps conducteur, on fait communiquer les deux garnitures, cette tendance se satisfera avec une commotion d'autant plus forte qu'elles étoient plus fortement électrisées.

Nous avons dit que la bouteille de Leyde servoit à augmenter l'intensité des effets électriques; l'expérience prouve qu'une bouteille de grandeur ordinaire et bien chargée donne une étincelle plus forte qu'un conducteur d'une grande surface chargé par une bonne machine. Voici comment on explique ce fait : Le fluide électrique accumulé sur un conducteur n'est retenu que par la résistance que l'air oppose à sa tendance pour le réservoir commun, et à cause du mouvement continuel de l'air, dont les molécules ont de l'attraction pour le fluide électrique, il se fait à chaque instant une grande déperdition de ce fluide; d'où résulte l'impossibilité d'en accumuler une grande masse : dans la bouteille de Leyde au contraire, le fluide accumulé sur l'une des garnitures est retenu par le fluide de nom différent de l'autre garniture, et il y est retenu très-fortement, puisque, quoique la bouteille soit bien chargée, on n'en peut tirer d'étincelles sensibles qu'en établissant la communication entre les deux garnitures.

La bouteille de Leyde est ainsi nommée parce que c'est à Leyde qu'on en a fait la découverte; les uns l'attribuent à *Muschenbrock*, d'autres à son disciple *Cuneus*; quoi qu'il en soit de ces deux opinions, il est certain que le hasard conduisit à cette découverte intéressante. Celui qui la fit tenoit d'une main un vase de verre à demi plein d'eau, dans lequel plongeoit une chaîne suspendue à un conducteur électrisé; il toucha la chaîne avec la main, et reçut une commotion si violente, qu'au rapport de *Muschenbrock*, il n'auroit pas recommencé l'expérience, quand même la récompense la plus brillante auroit dû en être le fruit.

La bouteille de Leyde resta d'abord dans l'état où le hasard l'avoit présentée; l'eau contenue dans un vase servoit de garniture intérieure, et la main de garniture extérieure; mais les dangers auxquels on étoit exposé dans des expériences de ce genre, firent bientôt substituer un autre corps conducteur à la main; on substitua aussi à l'eau une garniture métallique, parce que ce liquide en oscillant mouilloit la surface intérieure, et établissoit plus ou moins la communication entre les deux surfaces.

Lorsqu'on charge plusieurs bou-

teilles de Leyde dont les surfaces intérieures communiquent ensemble, tandis que les surfaces extérieures communiquent avec le réservoir commun, elles font éprouver une commotion d'autant plus forte que le nombre des bouteilles est plus grand. Cette observation a donné lieu aux batteries électriques. (*Voyez* BATTERIES ÉLECTRIQUES). On donne dans cet appareil de plus grandes dimensions à ces bouteilles, et elles prennent suivant leur forme le nom de bocaux ou de jarres.

BOUVIER. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel qui paroît suivre la grande Ourse. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

Il y a dans la constellation du Bouvier une étoile de la première grandeur, appelée *Arcturus ;* elle est placée au bas de son habit, entre ses deux jambes.

BOUZIN. Les gens de rivière ont donné ce nom à une masse de glace spongieuse et remplie d'herbes, de sable, de terre ou autres saletés.

On ne trouve ordinairement le bouzin que dans les eaux courantes, et cela n'a rien d'étonnant pour peu qu'on fasse attention à la manière dont la glace se forme dans les eaux courantes et dans les eaux dormantes.

Lorsque le froid agit sur une eau dormante, il fait geler d'abord la surface; se communiquant ensuite de couche en couche, et pénètrant l'épaisseur de l'eau, il augmente celle de la glace qui s'est formée la première. La plus grande partie de l'air qui abandonne l'eau à mesure que ses molécules se rapprochent pour former une masse solide, ne pouvant s'échapper par la surface supérieure qui est déjà gelée, gagne le dessous, et par là interrompt moins la continuité de la glace. Aussi la glace ainsi formée est ordinairement la plus dure, la plus unie et la plus transparente. Il n'en est pas de même des glaçons qu'on voit flotter sur les rivières lorsqu'elles charient; ils sont ordinairement spongieux et ont moins de consistance; leur surface est inégale et raboteuse, ils sont opaques et d'une couleur blanchâtre; le dessous et les bords sont le plus souvent chargés d'une épaisseur assez considérable de bouzin. Il est facile de rendre raison de toutes ces différences, pour peu qu'on considère la manière dont ces glaçons sont formés. Lorsque le froid est rigoureux, l'eau se gèle non seulement aux bords des rivières et dans les anses où elle n'est point agitée par le courant, mais aussi dans les endroits où ses molécules n'ont aucune vitesse respective, c'est-à-dire, où elles se meuvent toutes ensemble et d'un mouvement commun qui ne leur permet pas de changer de situation les unes par rapport aux autres : ce sont ces endroits qu'on nomme *miroirs*, qu'on voit communément aux grandes rivières, et où l'eau semble être dormante. (*Voyez* MIROIRS.) Lorsque la surface d'un de ces miroirs est prise, il en résulte un glaçon qui est entraîné par le courant, ce qui donne lieu à un autre de se former à la même place, et ainsi de suite. Ces glaçons ainsi formés et isolés, étant d'abord très-minces, se brisent au premier choc; la rivière se trouve donc couverte de glaçons d'une certaine largeur qui suivent le courant, et d'une grande quan-

lité de plus petits qui flottent au gré de l'eau, et que le moindre obstacle arrête.

Il arrive de là 1°. que les grands glaçons ayant plus de masse, et conservant conséquemment plus de vitesse que les petits, ces derniers sont sans cesse exposés à être rencontrés par les premiers, et forcés ou de se rassembler à leurs bords et d'y former une croûte qui s'élève souvent au-dessus du plan, ou de passer en dessus ou en dessous, et de s'y arrêter à cause du frottement. La gelée continuant toujours fixe ces petits glaçons aux grands, mais d'une manière imparfaite, parce qu'ils ne les touchent que par quelques points de leur surface. Les grands glaçons, formés de toutes ces pièces mal jointes, ont nécessairement peu de consistance; ils sont moins durs que ceux des eaux dormantes, ils sont opaques et ont une couleur blanchâtre.

2°. Tous ces petits glaçons qui passent sous les grands, outre qu'ils ne s'y fixent que foiblement, ne s'attachent aussi que très-imparfaitement ensemble, et renferment entr'eux, non seulement beaucoup d'air, mais encore beaucoup d'herbes, de sable, de terre, etc. qu'ils ramassent souvent dans leur route en touchant souvent le fond. Ce sont ces derniers glaçons ainsi réunis qui forment ce qu'on appelle le bouzin, qui, comme l'on voit, n'est qu'une glace spongieuse qui a peu de consistance, et mêlée de substances étrangères qui altèrent sa pureté.

BOYLE (Machine de). *Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE.

BOYLE (Vide de). *Voyez* VIDE DE BOYLE.

BRACHYSTOCHRONE. *Bernouilli* a donné ce nom à la courbe par laquelle les corps descendent le plus vite. Cette courbe n'est autre chose que la *Cicloïde*, si connue en géométrie par un grand nombre de belles propriétés, et en mécanique par l'usage qu'en fit *Huygens* en appliquant les vibrations du pendule aux horloges.

BRAS DE LEVIER. C'est la partie d'un levier comprise entre le point d'appui et le point auquel est appliquée la puissance ou la résistance. (*Voyez* le mot LEVIER.)

Plus un bras de levier est long, plus l'effort de la puissance ou de la résistance qui agit à son extrémité est considérable; car l'effort d'une puissance est comme le produit de la masse par sa vitesse, et la masse étant constante, l'effort est comme la vitesse, qui est toujours proportionnelle à la longueur du bras de levier auquel est appliquée la puissance.

Si le bras du levier est courbe, quelle que soit sa courbure, sa longueur se réduit toujours à celle de la ligne droite, qu'on peut mener du point d'appui au point où se trouve la puissance.

BRASSE. On appelle ainsi une mesure dont on fait souvent usage dans la marine pour connoître la longueur des cordages et les profondeurs qu'on mesure à la sonde.

Il y a trois sortes de brasses, savoir la grande, la moyenne et la petite. La grande brasse dont on se sert pour les vaisseaux de guerre est de 2 mètres (environ 6 pieds); la moyenne, qui est celle des vaisseaux

marchands est de 1 mètre $\frac{3}{4}$ (environ 5 pieds $\frac{1}{2}$), et la petite, qui n'est en usage que parmi les patrons de barque et autres petits bâtimens qui servent à la pêche, n'est que d'un mètre et demi (environ 5 pieds.)

BROUILLARD. Il n'est personne qui n'ait observé ce météore. Il se manifeste à la surface de la terre, sous la forme d'une vapeur plus ou moins épaisse, qui trouble la transparence de l'air, et plonge quelquefois, surtout la nuit, des contrées assez étendues dans une obscurité parfaite.

On observe des brouillards dans tous les pays; mais les contrées marécageuses, celles surtout qui sont arrosées par un grand nombre de rivières et qui sont très-froides, en offrent de plus fréquens, de plus épais, et qui se dissipent plus lentement.

Les marins observent aussi à la surface des mers des brouillards épais qui, les empêchant de distinguer les astres et les objets propres à éclairer leur route, les exposent aux plus grands dangers.

Les brouillards ont surtout lieu pendant l'hiver, même dans les contrées les plus chaudes; à Lima, par exemple, et dans les vallées du Pérou, la terre, dans la saison froide, est couverte de brouillards épais qui s'étendent jusque sur la mer.

L'explication de ce météore observé de tous les temps, a souvent exercé la sagacité des physiciens; mais il étoit réservé à la physique moderne d'en donner une explication aussi simple que lumineuse.

L'air en contact avec l'eau en dissout une quantité d'autant plus grande que la température est plus élevée, et que la pression est plus grande; l'eau ainsi dissoute dans l'air augmente sa légèreté spécifique sans troubler sa transparence, et s'élève avec lui dans l'atmosphère. (*Voyez* le mot AIR, article qui traite de sa faculté dissolvante.) Quand à une température donnée l'air s'est saturé de toute l'eau qu'il pouvoit retenir en dissolution, si sa température vient à s'abaisser, ou que la pression diminue, la faculté dissolvante de l'air décroît, et une partie de l'eau avec laquelle il étoit uni s'en sépare; si les molécules d'eau abandonnées par l'air n'ont pas assez de masse pour vaincre l'adhérence qu'elles ont avec l'air et pour se précipiter en forme de pluie, elles restent suspendues dans l'atmosphère en troublant sa transparence, et forment, suivant qu'elles sont dans des régions élevées de l'atmosphère ou à la surface de la terre, les nuages ou les brouillards.

Dans certains pays les brouillards répandent une odeur âcre et fétide qui cause des maladies, et rend les pays malsains. Cet effet est produit par des fluides élastiques, l'hydrogène, l'azote, qui se dégagent de la terre et qui tiennent en dissolution des corps combustibles, tels que le soufre, le carbone, le phosphore, etc.; ces fluides traversant l'atmosphère pour aller se placer dans l'ordre de leurs pesanteurs spécifiques, et rencontrant les brouillards s'y arrêtent à cause de leur attraction pour l'eau, et lui communiquent leur odeur et leurs qualités nuisibles.

BROUINE. Ce mot est synonyme de bruine. (*Voyez* BRUINE.)

BRUINE ou BROUINE. Pluie légère, dont les gouttes jouissant d'une grande ténuité, très-voisines les unes des autres, tombent lentement et avec une vitesse presque uniforme.

La pluie est très-fine et forme de la *bruine* toutes les fois que l'air n'éprouve qu'un abaissement lent et successif de pression ou de température, et que les molécules d'eau qu'il abandonne ne trouvent dans l'atmosphère aucune des circonstances qui peuvent faciliter leur réunion sous forme de nuages.

Les brouillards se changent quelquefois en *bruine;* cela arrive lorsqu'au lieu de s'élever ils retombent vers la terre; car alors les vapeurs dont ils se composent sont si grossières que pour peu que deux ou trois particules se réunissent, leur pesanteur spécifique détermine leur chute avant qu'elles aient eu le temps de s'unir à d'autres pour former de grosses gouttes.

La *bruine* a aussi lieu lorsque la dissolution d'une nuée commence par le bas, et se fait ensuite progressivement et avec lenteur de bas en haut; car alors les molécules aqueuses se réunissent et se convertissent en petites gouttes, à commencer par les inférieures, qui tombent aussi les premières; celles qui se trouvent un peu plus élevées suivent les précédentes, et elles ne grossissent pas dans leur chute, parce qu'elles ne trouvent plus de molécules sur leur route; elles tombent sur la terre avec le même volume qu'elles avoient en quittant la nuée. Mais si la partie supérieure de la nuée se dissout la première et lentement de haut en bas, il ne se forme d'abord dans la partie supérieure que de petites gouttes, qui venant à tomber sur les molécules inférieures, se joignent à elles, et augmentant continuellement en grosseur par l'union des molécules qu'elles rencontrent sur leur route, forment enfin de grosses gouttes qui se précipitent sur la terre.

BRUIT. C'est un trémoussement irrégulier imprimé à l'air par le choc de deux ou plusieurs corps.

Il ne faut pas confondre le son avec le bruit; le premier est produit par des vibrations régulières, homogènes, et qui font naître des impressions distinctes sur l'organe de l'ouïe; tandis que le bruit est un mouvement irrégulier ou même l'assemblage de plusieurs sons qui font une impression confuse sur l'organe de l'ouïe.

BRUME. C'est ainsi que les marins nomment le brouillard. (*Voyez* le mot BROUILLARD.)

BURIN DE GRAVEUR. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située entre l'Éridan et la Colombe. C'est une des quatorze constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il fit pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'académie des sciences*, année 1752, pl. 20; elle est composée d'un burin de graveur et d'une échope en sautoir, liés par un ruban.

C

CABESTAN. Cette machine n'est autre chose qu'un treuil dont l'axe est vertical; la puissance y est ordinaire-

ment appliquée à l'extrémité de quatre leviers égaux qui traversent perpendiculairement l'arbre du cabestan; mais on peut la concevoir appliquée à un seul, en la supposant égale à la somme des quatre forces qui sollicitent les quatre leviers; le principe de l'équilibre dans le treuil peut donc s'y appliquer, de sorte que plus les leviers sont longs, et plus la puissance est favorisée. (*Voyez* TREUIL.)

Le cabestan a plusieurs avantages sur le treuil dont l'arbre est horizontal, lorsqu'on y applique la force de l'homme ou des animaux; 1°. en multipliant le nombre des leviers et les faisant assez longs, on peut y appliquer autant de bras que l'on veut; 2°. quoique dans le treuil la force de l'homme soit presque toujours aidée d'une partie de son poids, cependant le cabestan a cet avantage, que la puissance exerce son action plus perpendiculairement au levier et qu'elle est plus continue, le travailleur n'étant pas obligé de quitter un bras de levier pour se saisir de l'autre; 3°. enfin, si c'est d'un animal qu'on se sert pour faire mouvoir la machine, il n'est jamais obligé de revenir sur ses pas pour qu'on roule de nouveau sa corde sur le tambour, ce qui dans le treuil feroit perdre un temps précieux.

C'est pour ces raisons et pour plusieurs autres encore, que le cabestan est si souvent employé dans les arts; on l'applique à toutes sortes de machines hydrauliques; il sert dans nos manufactures à élever des poids, à écraser différentes substances ou à leur faire éprouver une grande pression; sur les rivières il sert à remonter les bateaux les plus pesans, au moyen d'une corde, dont une extrémité est fixée à un point d'appui, tandis que l'autre s'enroule sur l'arbre de la machine que porte le bateau même. On fait aussi usage de deux cabestans sur les vaisseaux; le grand sert à lever les ancres et d'autres fardeaux considérables; le petit est employé à hisser les voiles et à faire plusieurs autres manœuvres délicates.

Il est facile de voir que si une corde très-longue s'enroule sur l'arbre du cabestan, chaque tour qu'elle fait augmente le levier de la résistance, et diminue l'action de la puissance sur cette force. Pour détruire cet inconvénient, on a imaginé, au lieu d'attacher la corde à un point fixe, de lui faire faire deux ou trois tours sur le cylindre, et d'en faire tenir le bout par des hommes, qui déroulent la corde d'un côté à mesure qu'elle s'enroule de l'autre; il est vrai que la force des hommes n'égale pas la résistance, mais étant aidés par le frottement et par la roideur de la corde, ils peuvent l'empêcher de se dérouler.

Ce procédé a lui-même un désavantage, c'est que la corde montant successivement du bas de l'arbre jusqu'au haut, on est obligé de la redescendre pour pouvoir continuer à la dérouler, ce qui fait perdre un peu de temps. On a cherché à remédier à ce dernier inconvénient, mais personne n'y a complètement réussi.

CABINET SECRET. On donne ce nom à une sorte de cabinets construits de manière que la voix foiblement articulée d'une personne située dans un de leurs points est entendue distinctement à une certaine distance, dans un ou plusieurs points.

Il y avoit chez les anciens des lieux

qui jouissoient de cette propriété à un degré étonnant. La fameuse prison de Denys, tyran de Syracuse, qui faisoit entendre les simples chuchotemens d'une manière très-sensible dans un point où il alloit écouter, et l'aqueduc de Claude, qui portoit la voix à plus de seize milles, pris parmi divers autres rapportés par *Vircher*, en sont une preuve.

On voit à l'Observatoire de Paris une chambre de cette espèce; elle est en voûte de forme elliptique; les personnes placées à l'un des foyers de l'ellipsoïde sont entendues plus distinctement par les auditeurs qui occupent l'autre foyer que par ceux situés dans tous les autres points, quoique ces derniers soient beaucoup plus rapprochés du point d'où part la voix.

On trouve en Angleterre deux monumens remarquables par cette propriété, le dôme de l'église de St.-Paul, à Londres, et la galerie de Glocester.

Dans le premier, le battement d'une montre se fait entendre d'un côté à l'autre, et le moindre chuchotement semble faire le tour du dôme. Dans la galerie de Glocester, deux personnes en parlant bas peuvent s'entendre à vingt-cinq toises de distance.

La construction des chambres ou cabinets qui présentent ces phénomènes est fondée sur ce que le son est susceptible d'être réfléchi, et sur la direction que certaines surfaces peuvent donner aux rayons sonores.

Pour concevoir ces phénomènes, il faut savoir de quelle manière se produit le son (*voyez* Son), et comment les surfaces employées réfléchissent les corps élastiques qui viennent les rencontrer; dans l'ellipsoïde, par exemple, où tous les corps lancés de l'un des foyers à la surface sont réfléchis à l'autre foyer, il est clair que les sons articulés à l'un de ces foyers seront entendus plus distinctement à l'autre foyer que dans tous les autres points, puisque le foyer d'où les sons sont articulés se trouve au centre d'une sphère vibrante dont tous les rayons vont rencontrer la surface et sont par conséquent réfléchis au second foyer, la personne située à ce foyer sera affectée par un plus grand nombre de rayons sonores que celles situées dans tout autre point.

CADRAN (Boussole à) *Voyez* Boussole a cadran.

CADRAN SOLAIRE. Le cadran solaire est un instrument propre à montrer l'heure qu'il est, ou une surface sur laquelle sont tracées des lignes qui indiquent l'heure par l'ombre d'un style ou par un rayon solaire.

L'invention des cadrans est très-ancienne; le nom de celui qui le premier en donna l'idée n'est pas venu jusqu'à nous; si l'on en croit *Hérodote*, les Grecs en avoient appris l'usage des Babyloniens.

Quoi qu'il en soit de l'origine des cadrans, on s'en est souvent servi pour mesurer le temps, et on les a employés d'une manière très-variée. Les anciens connoissoient plusieurs espèces de cadrans, et on en connoît à présent plus de vingt. Les bornes de cet ouvrage ne nous permettant pas de donner la description et la manière de construire tous ces cadrans, nous nous bornerons à parler des trois qui se construisent le plus facilement.

Cadran équinoxial. Le premier objet de tout cadran solaire n'est autre chose que l'art de diviser en vingt-quatre heures égales le mouve-

ment du soleil; ainsi le premier et le plus simple de ses moyens doit être de placer un cercle divisé en vingt-quatre parties égales, de manière que le soleil en parcoure la circonférence et réponde en vingt-quatre heures à ces vingt-quatre parties. Pour cela, il ne faut que le placer parallèlement à l'équateur, et c'est là le cadran équinoxial.

Le cas le plus simple du cadran équinoxial est celui où le soleil est dans l'équateur, et l'observateur, placé sous la ligne équinoxiale; il faut alors que le plan du cercle ou du cadre soit vertical, et si on le dirige le matin vers le soleil levant, on est sûr que le soleil le suivra jusqu'à son coucher. L'axe ou le style qu'on aura placé perpendiculairement au cercle et dans le centre, jettera son ombre sur les douze parties égales pendant les douze heures du jour.

Si on étoit sous le pôle, ce seroit un cercle horizontal qui formeroit en tout temps une division du mouvement diurne en vingt-quatre parties égales. Si l'observateur s'avance vers un des pôles, l'équateur s'abaissera d'autant, et le cercle qui doit servir de cadre devra être mesuré de même, par exemple, à Paris de 41 degrés.

Nous prendrons donc ici un cercle divisé en vingt quatre parties, nous l'inclinerons à l'horizon de 41 degrés, ce qui se peut faire avec un triangle de bois, dont un côté soit à l'autre comme 7 à 8, le plus grand côté étant placé horizontalement; nous dirigerons le cercle vers le soleil le matin, le jour de l'équinoxe, sans changer cette inclinaison, et nous serons sûrs que le soleil suivra le cercle pendant toute la journée, parce qu'ils sont l'un et l'autre dans l'équateur.

Si l'on ignoroit la hauteur de l'équateur, on pourroit encore y suppléer; on dirigeroit le matin le cercle vers le soleil, et marquant la ligne de ce plan qui auroit été dirigée vers le soleil, on tiendroit cette ligne immobile, et vers le temps de midi on feroit tourner ce cercle autour de cette ligne fixe, pour le diriger encore vers le soleil; et comme deux lignes déterminent un plan, le cercle se trouveroit encore par là dans le plan de l'équateur.

On feroit la même chose en élevant le plan du cercle vers le midi à la hauteur du soleil, lorsqu'il cesse de monter sensiblement; et sans changer cette hauteur du plan, on le tourneroit le soir à droite ou à gauche pour le diriger vers le soleil.

Dans le cas où le soleil n'est pas dans l'équateur, mais où il a une déclinaison, il faut élever au centre du cercle un style qui, sur le rayon du cercle, sous-tende un angle égal à cette déclinaison, au-dessus ou au-dessous du plan; alors les cercles horaires passant tous par les douze rayons et par le style, l'ombre du style répondra sur les douze lignes horaires. En effet, les cercles horaires qui passent tous par les pôles marquent nécessairement les heures; quand le soleil est à 15 degrés du méridien ou dans un cercle horaire qui fait avec le méridien un angle de 15 degrés, il est nécessairement une heure de temps vrai, quelle que soit la déclinaison du soleil.

Si la déclinaison n'est pas connue exactement, il faut mettre le style égal en quantités suivantes, calculées en centièmes du rayon; ce seront des centimètres, en supposant le rayon du cercle d'un mètre.

Table de la longueur du style nécessaire pour former et placer un cadran équinoxial.

Déclioaison.	JOURS DE L'ANNÉE Où le soleil a cette déclinaison.				LONGUEURS du style.
2°	15 mars.	25 mars.	17 sept.	27 sept.	3 ½
4	10	30	12	3 oct.	7
6	5 mars.	4 avril.	7	8	10 ½
8	27 février.	10	1 sept.	13	14
10	22	15	25 août.	19	18
12	16	21	21	24	21
14	21	27 avril.	15	30 oct.	25
16	4 février.	4 mai.	8	6 nov.	29
18	28jaovier.	11	1 août.	13	32 ½
20	20janvier.	20	23 joillet.	21 nov.	36
22	9janvier.	31 mai.	12 juillet.	2 déc.	40
13 ½	. . . . .	21 juin.	. . . . .	21 déc.	43 ½

Si l'on manquoit même de cette table, on feroit varier le style et l'angle du plan, jusqu'à ce qu'on eût le matin et le soir deux ombres égales ; alors le cadran seroit orienté, quelle que fût la longueur du style.

Enfin, si l'on ignoroit entièrement la déclinaison, il faudroit d'abord orienter le cadran par deux ombres égales le matio et le soir, et le lendemain l'élever aux environs de midi, jusqu'à ce que l'ombre fût encore égale à celle du matin et du soir.

Ainsi l'on peut faire un cadran équinoxial avec la première planche qui se trouve, sans cooooître ni la latitude du lieu, ni la déclinaison du soleil, pourvu que l'ombre du style soit de la même longueur peudant quelques heures avant et après midi ; si l'ombre est plus graode le matin que le soir, c'est une preuve que le cadran regarde trop le couchaot ; si elle est plus grande à midi et que ce soit daos la face supérieure du cadran, c'est que le cadran est trop relevé, et on l'abaisse pour la rendre égale.

Si l'on connoît la déclioaison du soleil, et que l'on fasse le style égal à la taugente de cette déclinaison, et l'inclinaison du plan égale à la hauteur de l'équateur, le cadre sera placé dès le premier moment où l'on aura vu le soleil, et plos l'on sera près de six heures, et plus la position sera exacte ; il suffira que l'ombre du style vienne sur la circonférence du cercle.

Quand même il ne seroit pas élevé

convenablement, s'il est bien orienté et que la ligne de six heures soit horizontale, il marquera très-juste aux environs de six heures et de midi, il n'y aura que les heures intermédiaires qui pourront être défectueuses.

Comme l'ombre de la pointe d'un style est mal terminée, on peut se servir d'un style au bout duquel il y ait un petit bouton, ou mieux encore un petit trou qui soit de l'orient à l'occident, et qu'on puisse tourner pour l'observation du midi; on néglige le changement de déclinaison pendant quelques heures; l'erreur qui en résulte se corrigeroit facilement dans la saison opposée, où le changement se feroit en sens contraire, mais elle est indifférente dans l'usage ordinaire.

Le cadran équinoxial doit avoir deux faces, une au nord pour le temps où le soleil a une déclinaison boréale, une au midi pour les déclinaisons australes, à moins qu'il ne soit transparent ou évidé; le style passe au travers et marque sur les deux faces. Si l'on veut qu'il marque le jour même de l'équinoxe, il faut qu'il y ait un rebord ou un anneau sur une partie de sa circonférence, pour recevoir l'ombre du style.

Un des avantages du cadran équinoxial est qu'on peut se tromper sensiblement sur la position du cercle sans qu'il en résulte une erreur sensible pour les heures marquées sur le cadran.

Le *cadran sphérique* est aussi naturel et aussi simple que le cadran équinoxial; il est donné immédiatement par la nature, et la direction du mouvement diurne. Je suppose qu'on ait un globe isolé comme on en voit dans les jardins exposés au soleil, et qu'on ait un style qui puisse s'appliquer perpendiculairement à la surface du globe dans tous ses points, au moyen de trois pieds.

Si le style est creux, de manière qu'un rayon solaire puisse passer au travers dans toute sa longueur, on marquera une suite de points pendant quelques heures, et ce sera le parallèle diurne du soleil pour ce jour là. Il n'en faut pas davantage pour tracer tout le cadran et tous les cercles de la sphère du monde avec la plus grande facilité.

Ayant cherché les points du globe qui sont à égale distance de tous les points du cercle qu'on a décrits, on aura les pôles de l'équateur.

Le point le plus élevé de l'équateur sera le point de midi.

Les deux points qui seront situés horizontalement à la hauteur du centre, seront les points de six heures. Les autres heures seront dans les points intermédiaires de 15 en 15 degrés.

On fera mouvoir autour des deux pôles un demi cercle horaire, que l'on tournera vers le soleil quand on voudra savoir l'heure qu'il est, jusqu'à ce qu'il couvre son ombre exactement, il sera dès-lors dirigé vers le soleil.

Comme il y a toujours la moitié de ce globe et la moitié de son équateur éclairée par le soleil, la séparation de la lumière et de l'ombre suffiront pour indiquer l'heure qu'il est; car à midi cette limite doit tomber sur les points de six heures, et à six heures sur ceux de midi et de minuit; mais cette ombre étant mal terminée, et la séparation difficile à distinguer, il vaut mieux se servir d'un demi-cercle mobile.

Si l'on faisoit la même opération au

printemps et en automne, on trouveroit deux équateurs différens de douze minutes, à cause du changement de déclinaison du soleil, et l'on prendroit le milieu; mais cette différence n'est d'aucune importance pour les heures du cadran, elle est même absolument insensible sur un globe d'un pied de diamètre, et c'est à peu près la grandeur que l'on peut donner à de pareils cadrans.

Après les cadrans *équinoxial* et *sphérique*, celui qui se construit le plus facilement est le cadran *vertical déclinant*; c'est cette espèce de cadrans que l'on pratique le plus sur les murailles.

Après qu'on se sera assuré que la partie du mur sur laquelle on veut faire le cadran est bien verticale et bien plane, on orientera devant un cadran équinoxial, on prolongera le style jusqu'à la rencontre du mur, et il marquera la place, la direction du style du cadran que l'on veut tracer; car c'est toujours parallèlement à l'axe du monde que le style doit être placé dans l'un comme dans l'autre.

Les signes du cadran équinoxial prolongés jusqu'à la muraille donneront chacun par leur point d'intersection un point où doit passer la ligne correspondante du cadran vertical; le centre du cadran est un autre point commun à toutes ses lignes; on pourra tirer des lignes horaires sur le plan vertical déclinant.

En effet, les lignes horaires étant les intersections des cercles horaires sur le plan du cadran, dès qu'il y a un point commun au plan des deux cadrans par où passe une ligne horaire de l'un des cadrans, elle marque nécessairement sur l'autre un point du même cercle, du même plan, et par conséquent de la ligne horaire.

CAISSE CATOPTRIQUE. C'est une machine ou instrument d'optique, au moyen de laquelle de petits corps très-rapprochés sont vus très-gros et répandus dans un grand espace. Cette machine, en changeant le rapport de distance et de grandeur des objets, présente aussi des phénomènes amusans.

On peut construire des caisses catoptriques de beaucoup de manières, suivant qu'on se propose de faire voir un objet de telle ou telle grandeur, ou sous telle ou telle forme.

En général, la caisse catoptrique est une boîte prismatique, couverte d'une peau mince et transparente; on tapisse les faces de miroirs disposés suivant les lois de la catoptrique; on pratique des ouvertures dans les faces verticales, par lesquelles, au travers de verres plans ou de lentilles, on voit les objets qu'on met dans l'intérieur, sous diverses formes, de différentes grandeurs, et plus ou moins multipliés.

Les appartemens ornés de beaucoup de glaces sont des espèces de boîtes catoptriques; les réflexions multipliées semblent multiplier les objets, agrandir l'espace, et produisent souvent un très-bel effet.

CAISSE DU TAMBOUR. On nomme ainsi une cavité de l'oreille qui se trouve à l'extrémité du conduit auditif, et qui en est séparée par la membrane du tambour ou tympan.

CALCINATION. Elle consiste à enlever, par le moyen du feu, les substances volatiles, et à les séparer d'autres substances plus fixes, qu'on nomme après cela calcinées.

On obtient la chaux vive par la calcination des carbonates calcaires qu'on expose à l'action d'une forte chaleur ; le calorique fait passer le principe aqueux à l'état de vapeur, et donne à l'acide carbonique la fluidité aériforme.

On calcine le sulfate de chaux, le sulfate d'alumine, et plusieurs autres sels, en leur enlevant, à l'aide du calorique, leur eau de crystallisation.

La calcination produit un effet singulier sur un grand nombre de substances ; elle les rend phosphoriques, est-à-dire, qu'elle leur donne la propriété de luire dans l'obscurité. Celle de ces substances qui a été connue la première, et qui jouit de cette propriété dans un degré éminent, est la fameuse pierre de Bologne. Je vais indiquer le procédé qu'on emploie pour la calciner et la rendre phosphorique.

On prend six ou sept pierres de Bologne, dont, à l'aide d'une râpe, on enlève la première enveloppe, qui est le plus souvent de matière hétérogène ; on pulvérise une ou deux des meilleures de ces pierres dans un mortier de bronze, et on passe la poudre par un tamis fin ; on roule ensuite dans cette poudre les pierres l'une après l'autre, après les avoir mouillées dans de l'eau-de-vie bien claire ; on met dans un petit fourneau de terre à dôme, dont la grille doit être de cuivre jaune, cinq ou six charbons allumés pour l'échauffer, et lorsque ces charbons sont consumés à plus de moitié, on remplit le fourneau jusqu'aux échancrures, de charbons éteints de la braise de boulangers, qui soient gros à peu près comme des noix ; on range par dessus les pierres préparées, comme nous l'avons dit, et on les couvre d'autres charbons de braise éteinte de la même grosseur, jusqu'à ce que le fourneau soit tout à fait plein ; on met le dôme par dessus, et on laisse brûler le charbon sans y toucher, jusqu'à ce qu'il soit entièrement réduit en cendres. Lorsque le fourneau est tout à fait refroidi, on lève le dôme ainsi que la partie qu'on nomme foyer, et l'on trouve sur la grille les pierres calcinées. On porte doucement cette grille sur du papier blanc pour recueillir les pierres ; on en sépare l'enveloppe, et on les garde dans une boîte avec du coton. On peut aussi conserver l'enveloppe après l'avoir réduite en poudre très-fine.

Dans les *Mémoires de l'académie des sciences*, année 1730, page 529, *Dufay* décrit un procédé plus simple qu'il a employé avec succès pour rendre phosphoriques les pierres de Bologne. « Je prends, dit-il, une ou plusieurs de ces pierres entières ou pulvérisées, je les mets dans un creuset que je couvre et que je place dans une forge ; je l'enfonce de charbons, et je le chauffe à peu près comme si je voulois fondre de l'argent, je le laisse en cet état environ une demi-heure ou trois quarts d'heure, et ayant laissé refroidir le creuset, ma pierre se trouve lumineuse ; si la pierre n'est point lumineuse, ou qu'elle ne le soit que foiblement, on la calcine une seconde ou même une troisième fois, et elle le devient. » La pierre de Bologne n'est pas la seule qui devienne lumineuse par ce procédé ; *Dufay* parle de plusieurs autres dont on trouvera le détail dans son Mémoire.

CALENDES. C'est le nom que les Romains donnoient au premier jour de chaque mois. Les Romains avoient dans chaque mois trois jours remar-

quables, le jour des calendes, le jour des nones et le jour des ides; les autres jours prenoient leurs noms de ceux-là; les jours qui suivoient les calendes se nommoient jours avant les nones, ceux qui suivoient les nones jours avant les ides, ceux qui suivoient les ides, jours avant les calendes du mois suivant. Le jour qui précédoit immédiatement les nones s'appeloit premier jour avant les nones, le jour qui précédoit immédiatement celui-ci s'appeloit deuxième jour avant les nones, et ainsi des autres; de même le jour qui précédoit immédiatement les ides s'appeloit premier jour avant les ides, le jour qui précédoit celui-ci deuxième jour avant les ides, et ainsi de suite; il en étoit de même des jours avant les calendes du mois suivant.

Les jours des nones et des ides n'étoient pas fixes dans tous les mois, ce qui donnoit des nombres différens de jours avant les jours principaux dans les différens mois.

CALENDRIER. C'est une distribution du temps disposée pour les usages de la vie; c'est une table ou un almanach qui contient l'ordre des saisons, des mois et des fêtes qui s'écoulent pendant une année.

Cette table a été appelée calendrier du mot *calendes*, que les Romains écrivoient en gros caractères au commencement de chaque mois.

On croit que le fondateur de Rome fut le premier qui entreprit de diviser l'année de manière que certaines époques revinssent périodiquement après une révolution apparente du soleil; mais avec des connoissances peu étendues en astronomie, il ne pouvoit manquer de faire des erreurs dans un travail de cette importance.

Il divisa l'année, dont il vouloit fixer le commencement au printemps, en dix mois, qu'il nomma mars, avril, mai, juin, quintil, sextil, septembre, octobre, novembre et décembre; mars, mai, quintil et octobre étoient composés de trente-un jours chacun, les autres n'étoient composés que de trente. L'année de Romulus n'étant composée que de trois cent quatre jours, ne pouvoit remplir le but qu'il s'étoit proposé; le premier mars étoit avancé chaque année, de plus de soixante jours, de sorte qu'après un petit nombre d'années on ne pouvoit plus se reconnoître dans les dates.

Numa, pour obvier à cet inconvénient, ajouta deux mois, janvier et février, à l'année de Romulus, voulut que le mois de janvier fût le premier de l'année, et il en fixa le commencement au solstice d'hiver.

Le calendrier de Numa avoit encore des défauts auxquels Jules César voulut remédier; il assembla à cet effet les astronomes les plus estimés de son temps; ils trouvèrent que le mouvement apparent du soleil dans l'écliptique se faisoit dans 365 jours et 6 heures. Ils formèrent l'année de 365 jours, et pour tenir compte des 6 heures restantes, on ajouta tous les quatre ans un jour à l'année, qui étoit par là portée à 366 jours; ce jour fut placé immédiatement avant le 24 février, qui se trouvoit alors composé de 29 jours, et l'on comptoit deux fois le sixième jour avant les calendes de mars, ce qui fit donner à cette année le nom de bissextile.

Cette réforme de Jules César se fit quarante-six ans avant Jésus-Christ, et fut nommée comput Julien. (*Voy.* COMPUT.)

Le calendrier de Jules César sup-

posoit l'année de 365 jours 6 heures, et elle n'est réellement que de 365 jours 5 heures et environ 49 minutes; on employoit donc tous les ans 11 minutes de trop. Cette erreur, répétée pendant une longue suite d'années, devint considérable, et vers la fin du seizième siècle, le commencement de l'année étoit déjà retardé de dix jours.

De plus, dans le calendrier de Jules César, la correspondance des mois lunaires avec les mois de l'année n'étoit pas bien établie.

Ces deux défauts, qui troubloient l'ordre des fêtes chrétiennes, firent désirer une nouvelle réforme dans le calendrier. Le pape Grégoire XIII l'entreprit; d'habiles astronomes furent consultés sur cet objet; après avoir mesuré avec le plus grand soin le temps du mouvement apparent du soleil, ils décidèrent que pour empêcher à l'avenir les mutations des équinoxes, il falloit omettre trois années bissextiles dans quatre cents ans. Ainsi, de quatre années séculaires, qui d'ordinaire étoient bissextiles, on n'en compta plus qu'une; et pour ramener l'équinoxe du printemps au 21 mars, ils avancèrent le commencement de l'année de dix jours.

Quant à la correspondance de l'année lunaire avec l'année solaire, ils se servirent des épactes pour la déterminer. (*Voyez* Épactes.)

Une bulle de Grégoire XIII confirma en 1582 ces décisions, et fixa Pâques au premier dimanche après la pleine lune qui suivroit l'équinoxe du printemps.

Le calendrier grégorien fut adopté dans tous les états où la religion catholique romaine étoit professée.

Pendant la révolution, on fit une nouvelle réforme dans le calendrier; on fixa le commencement de l'année à l'équinoxe d'automne, qui étoit à peu près l'époque de la fondation de la république; et aux anciens noms des mois de l'ancienne année, qui ne désignoient que des consécrations aux dieux du paganisme, on substitua des noms qui désignèrent les travaux de la campagne, ou l'état de la nature dans les différens mois, et les noms des mois d'une même saison eurent la même terminaison.

Voici ces noms: vendémiaire, brumaire, frimaire, nivose, pluviose, ventose, germinal, floréal, prairial, messidor, thermidor, fructidor.

CALIDUCS. On a donné ce nom à des canaux qu'on disposoit autrefois le long des murs des maisons et des appartemens, et qu'on employoit à échauffer les parties des maisons les plus éloignées. Le calorique étoit fourni par un foyer commun.

CALORIMETRE. Instrument qui sert à mesurer le rapport qui existe entre les quantités de calorique qu'il faut communiquer à deux corps hétérogènes de même masse, et réduits à la même température, pour les élever à une même, mais plus haute température.

Cet instrument, que nous devons à *Lavoisier* et *à Laplace*, consiste dans trois cylindres concentriques, de manière qu'il en résulte trois capacités. La capacité intérieure est formée par un grillage de fil de fer soutenu par quelques montans de même métal; c'est dans cette capacité, dont la partie supérieure se ferme avec un couvercle, qu'on met le corps soumis à l'expérience. La capacité moyenne sert à contenir la glace qui environne

la capacité intérieure ; cette glace est supportée et retenue par une grille, sous laquelle est un tamis ; à mesure que la glace fond, l'eau s'échappe à travers la grille et le tamis, et se rassemble dans un vase placé dessous. La capacité extérieure contient la glace qui doit empêcher la pénétration de la chaleur extérieure.

Pour faire usage de cette machine, on remplit de glace pilée la capacité moyenne et le couvercle de la sphère intérieure, on en fait autant à la capacité extérieure, de même qu'au couvercle général de toute la machine ; on laisse égoutter la glace intérieure, et lorsqu'elle ne donne plus d'eau, on ouvre le couvercle de la capacité intérieure pour y introduire le corps qu'on veut soumettre à l'expérience, et on le referme sur-le-champ ; on attend que le corps soit porté au degré de chaleur zéro, température ordinaire de la capacité intérieure, et on pèse la quantité d'eau qui est produite ; ce poids mesure exactement la chaleur dégagée de ce corps, puisque la fonte de la glace n'est que l'effet de cette chaleur. La durée de ces sortes d'expériences est de quinze à vingt heures.

Il importe, pour se servir utilement de cet appareil, 1°. que la chaleur de l'air ne soit pas au-dessous de zéro, puisqu'alors la glace intérieure recevroit un froid sous zéro ; 2°. qu'il n'y ait aucune communication entre la capacité externe et la capacité moyenne.

CALORIQUE. Fluide extrêmement subtil qui, obéissant aux lois de l'attraction, pénètre ou abandonne, suivant les circonstances, les pores des corps pour produire l'écartement ou le rapprochement des molécules, et dont la présence nous fait éprouver la sensation de la chaleur.

ART. Ier.

De l'existence du calorique et de sa faculté dilatante.

Dans l'état actuel de nos connoissances, nous ne pouvons regarder comme démontrée l'existence d'un corps, qui résiste victorieusement aux efforts qu'on fait pour le renfermer dans des vases et le soumettre à l'analyse. Le calorique s'est refusé jusqu'ici avec opiniâtreté à ces sortes d'épreuves ; son existence est donc encore équivoque. Bornons-nous à l'admettre comme hypothétique ; et si elle se prête avec facilité à l'explication de tous les phénomènes, nous pourrons dire avec confiance que si le calorique n'en est point la cause réelle, il en est au moins la cause équivalente, ce qui suffit au physicien.

Un corps quelconque soumis à l'action du calorique augmente en dimensions dans tous les sens ; une tige métallique qui éprouve son influence, à la faveur du pyromètre, (*voyez* le mot PYROMÈTRE) acquiert plus de longueur, plus de largeur et plus de profondeur ; l'alcool présenté dans une fiole à la flamme d'une bougie reçoit presque subitement une augmentation considérable de volume. De semblables expériences répétées avec succès par le célèbre *Buffon*, sur un grand nombre de substances pierreuses de différente espèce et de différente dureté, ont fixé sur cet objet l'opinion des physiciens. Quelques-uns cependant ont essayé de faire souffrir des exceptions à ce principe. Toutes les substances minérales (1), disent-ils, sont sou-

(1) Si l'alumine diminue de volume lorsqu'on l'expose à l'action du calorique, cela vient de ce que l'alumine con-

mises à cette loi; mais il existe des substances végétales et animales qui paroissent refuser de s'y soumettre; une chaleur douce dilate, il est vrai, leurs fibres, les écarte et diminue la densité de leur tissu; mais par une chaleur brusque et forte, le parchemin, les membranes, les tendons, se retirent, se resserrent sur eux-mêmes. Ces faits, sur lesquels on se fonde pour restreindre la généralité de ce principe, offrent des résultats dans lesquels se compliquent des circonstances qui en imposent d'abord; mais pour peu qu'on réfléchisse, pour peu qu'on tâche d'isoler les effets et de les rapporter chacun à la cause qui les a produits, on s'aperçoit facilement que cette propriété qu'ont quelques matières animales et végétales de se retirer par une chaleur forte, tient à une cause étrangère, je veux dire à l'irritabilité et à la contractibilité des fibres, qui augmentent par la chaleur tant que l'organisation n'est point détruite, et que conséquemment la dilatation des corps par la chaleur est une loi constante et générale.

Le refroidissement détruit l'effet que la chaleur avoit fait naître. Pour s'en convaincre, qu'on ramène par degrés un corps dont la chaleur a écarté les molécules, à la même température qu'il avoit avant d'être échauffé; les molécules se rapprocheront insensiblement les unes des autres, le corps passera par les degrés d'extension qu'il avoit parcourus, et finira par reprendre le même volume qu'il avoit avant d'être échauffé. Ce principe, fondé sur des faits que l'expérience n'a jamais démentis, nous fait voir que les molécules des corps se rapprochent en raison du refroidissement qu'on leur fait éprouver; d'où il résulte que si l'on pouvoit produire le froid absolu, les molécules des corps seroient en contact immédiat, c'est-à-dire, qu'elles se toucheroient par autant de points qu'il leur est possible, et réciproquement que leurs molécules ne pourroient être en contact immédiat qu'en leur faisant éprouver le refroidissement le plus grand possible; or, la production du froid absolu seroit une entreprise ridicule, puisqu'à ce degré de froid notre existence seroit anéantie. Nous ne pouvons donc rapprocher autant qu'il est possible les molécules d'aucun corps, et conséquemment les molécules d'aucun corps ne sont en contact immédiat, c'est-à-dire, qu'elles ne se touchent pas par autant de points qu'il leur est possible.

Lorsque le calorique s'introduit dans un corps, il se partage, pour ainsi dire, en deux parties bien distinctes, dont l'une sert à vaincre la force de cohésion des molécules du corps, et à satisfaire sa tendance pour ce fluide, tandis que l'autre fait équilibre à la température extérieure. Nous appelons la première *calorique combiné*, et la seconde *calorique interposé*.

Le calorique combiné est donc celui qui est enchaîné dans les corps par la force de combinaison, et qui constitue une partie de leur substance, même de leur solidité.

Le calorique interposé est celui qui, sans être engagé dans aucune combinaison, se trouve entre les molécules des corps. Un exemple familier rendra sensible la différence qui existe entre ces deux portions de calorique. Un

---

tient de l'eau, que l'action de ce fluide réduit en vapeurs et chasse de la combinaison.

morceau de pain plongé dans l'eau contient deux portions d'eau bien distinctes; l'une est dans un état de combinaison et forme une partie constituante du pain, l'autre est seulement interposée entre ses molécules; elle paroît sous forme d'eau, et s'échappe par la pression.

Lorsque par une cause quelconque le calorique interposé se trouve animé d'une vitesse insuffisante pour le rendre lumineux, il prend le nom de *calorique rayonnant*; alors il partage avec le fluide lumineux la propriété d'être réfléchi par les miroirs, comme l'attestent les expériences de *Pictet*. (*Voyez* le mot CALORIQUE RAYONNANT.)

Il importe de distinguer avec soin le calorique de la chaleur, parce que dans l'étude des sciences on ne doit pas confondre l'effet, et la cause qui lui donne naissance.

La chaleur n'est autre chose que l'effet produit sur nos organes par le passage du calorique, qui se dégage des corps environnans. (*Voyez* le mot CHALEUR.)

Mais comment le calorique se met-il en équilibre avec lui-même dans un système de corps?

Pour résoudre cette question, nous observerons dans ce moment, et nous prouverons ailleurs (*voyez* l'article CAPACITÉ DES CORPS POUR CONTENIR LE CALORIQUE) que des corps hétérogènes égaux, soit en masse, soit en volume, et réduits à la même température, n'absorbent pas toujours la même quantité de calorique dans leur passage à une même mais plus haute température. Cela posé, voici comment on peut concevoir que l'équilibre s'établit, au moyen de la répartition qui se fait entre différens corps du calorique cédé par les uns et absorbé par les autres. A mesure que le calorique s'accumule dans ceux-ci, leur attraction pour ce fluide diminue; c'est en effet une loi bien reconnue de l'attraction, que son action s'affoiblit à mesure que le corps qui l'exerce avance vers son terme de saturation. Les corps qui cèdent de leur calorique éprouvent un effet contraire, leur attraction pour le calorique augmente en raison de la perte qu'ils font de ce fluide; or, c'est au terme où il y a équilibre entre les attractions des différens corps pour le calorique, que le système entier parvient lui-même à l'état d'équilibre.

ART. II.

De la faculté conductrice du calorique.

Tous les corps n'offrent pas au calorique un passage également libre et facile.

Première expérience. Prenez un fil de fer, présentez une de ses extrémités au foyer de la flamme d'une bougie, touchez le fil à un point distant sensiblement de cette extrémité, vous ne tarderez pas à éprouver la sensation de la chaleur.

Seconde expérience. Prenez un charbon embrasé à une de ses extrémités, placez votre main à une petite distance de cette extrémité, vous n'éprouvez pas la sensation de la chaleur.

Ces expériences prouvent que le calorique se propage facilement à travers les molécules du fer, tandis que les molécules du charbon se refusent à son passage. Nous appelons faculté

couductrice du calorique la faculté qu'ont certains corps de lui offrir un passage facile : ainsi nous disons que le fer est bon conducteur du calorique, et que le charbon est mauvais conducteur de ce fluide.

Parmi les corps connus, les métaux sont les meilleurs conducteurs du calorique, mais non pas au même degré. *Ingenhous* et plusieurs autres physiciens ont cherché à déterminer dans quel rapport différens métaux jouissent de cette propriété ; mais les résultats de leurs expériences ne sont pas parfaitement satisfaisans. Il seroit à souhaiter qu'on tentât sur cet objet de nouveaux essais faits avec plus de soin et avec plus d'exactitude.

Le verre, les résines, le charbon, la soie, la laine, la paille, etc., résistent plus ou moins au passage du calorique, et sont conséquemment plus ou moins mauvais conducteurs de ce fluide.

La propriété qu'ont certains corps de céder ou de résister au passage du calorique, a donné naissance à un grand nombre d'applications utiles aux arts, aux usages même les plus ordinaires de la société.

1°. On peut faire un emploi très-avantageux du calorique, en renfermant les corps embrasés dans des vaisseaux qui soient mauvais conducteurs de ce fluide ; ainsi on construit, des fourneaux économiques avec un mélange d'argile et de charbon, en observant que la première couche intérieure soit entièrement argileuse, pour la garantir des atteintes du calorique ; ainsi on concentre le calorique dans des vases de verre plongés dans un bain de poudre charbonneuse ; ainsi des charbons embrasés conservent plus long-temps leur activité sur des réchauds d'argile que sur des réchauds métalliques.

2°. Pour conserver la glace dans des lieux souterrains, on la fait reposer sur une couche de paille ; c'est une espèce de barrière qui met la glace à l'abri des atteintes de la chaleur centrale qui, étant constamment de 11 degrés $\frac{1}{4}$ (échelle centigrade), seroit plus que suffisante pour la fondre.

3°. Les jardiniers ont soin de couvrir de paille les fleurs et les fruits qu'ils veulent garantir de l'influence d'un froid trop rigoureux ; ils manqueroient leur but, s'ils faisoient servir à cet objet une enveloppe métallique.

4°. Pendant les rigueurs de l'hiver, la laine, et particulièrement la soie, conservent à notre corps le calorique que l'air environnant est avide de lui enlever, et qu'il enlèveroit en effet en vertu de son attraction supérieure, si nous ne prenions soin de l'envelopper de mauvais conducteurs de calorique.

5°. On peut économiser le combustible dans un appartement auquel on veut donner une douce et constante température, en employant, pour construire le tuyau adapté au poële qui renferme le combustible, des corps qui propagent difficilement le calorique. Si l'on vouloit jouir d'une chaleur prompte et de peu de durée, il faudroit faire usage des meilleurs conducteurs du calorique pour la construction du tuyau.

C'est encore au passage du calorique d'un corps dans un autre qu'est due, suivant les circonstances, une dilatation ou une condensation dans les liquides employés à la construction du thermomètre. (*Voy.* le mot THERMOMÈTRE.)

Art. III.

De la capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules, et de la manière de la déterminer.

Pour élever du même nombre de degrés la température de deux corps hétérogènes égaux, soit en masse, soit en volume, il faut presque toujours leur communiquer d'inégales quantités de calorique. Si, par exemple, il faut communiquer à un demi-kilogramme (une livre) d'eau une quantité de calorique représentée par le nombre 8, pour élever sa température depuis le 2e. degré du thermomètre à mercure jusqu'au 60e, il ne faudra, pour élever de même la température d'un demi-kilogramme (une livre) de limaille de fer depuis le 2e. degré du thermomètre à mercure jusqu'au 60e., qu'une quantité de calorique représentée par le nombre 1. L'expérience atteste cette vérité; et il en résulte que pour produire le même changement de température dans des poids égaux d'eau et de fer, il faut communiquer à l'eau huit fois plus de calorique qu'au fer. C'est la représentation de ces quantités de calorique qu'il faut communiquer à des poids égaux de substances hétérogènes, pour opérer le même changement dans leur température, que je désigne par *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*, ou plus simplement par le mot *capacité*. La capacité des corps est donc une mesure qui nous indique la quantité de calorique qu'il faut leur communiquer pour élever leur température d'un certain nombre de degrés, pourvu cependant que ces corps ne changent point d'état pendant cette augmentation de température. Ainsi, dans l'exemple cité ci-dessus, nous disons que la capacité de l'eau est à celle du fer, depuis le 2e. degré du thermomètre à mercure jusqu'au 60e., comme 8 à 1.

Des poids égaux de corps hétérogènes qui reçoivent d'égales quantités de calorique, éprouvent un changement de température qui est en raison inverse de leur capacité. Pour établir cette vérité, supposons deux corps A et B dont les capacités soient entr'elles comme 4 à 1, communiquons à des poids égaux de ces corps hétérogènes d'égales quantités de calorique; si cette quantité de calorique augmente la température de A d'un degré, la température de B se trouvera augmentée de quatre degrés par cette addition de calorique, et conséquemment l'augmentation de température dans le corps A sera à l'augmentation de température dans le corps B, comme 1 à 4; mais la capacité du corps A est à la capacité du corps B, comme 4 à 1 : donc leur changement de température est en raison inverse de leur capacité.

Pour déterminer la capacité de différens corps, il faut les considérer comme ayant des poids égaux et des températures semblables, ou comme ayant des volumes égaux et même température, et la différence entre les résultats de ces comparaisons sera comme la différence qui se trouve entre les pesanteurs spécifiques des substances comparées.

Les physiciens qui se sont occupés de déterminer la capacité des corps, se sont servis jusqu'ici, dans la fixation de leur rapport, de l'égalité des poids. Si on vouloit l'établir sur l'égalité des volumes, il fau-

droit absolument l'énoncer ; cette explication est inutile lorsque la détermination des capacités est fondée sur l'égalité des poids.

Deux corps égaux, soit en masse, soit en volume, et réduits à la même température, contiennent presque toujours d'inégales quantités de calorique. On désigne chacune de ces quantités par l'expression *calorique spécifique*, ou *chaleur spécifique*, qui conséquemment comprend le calorique interposé et le calorique combiné, et qui indique la quantité totale de calorique que contient un corps dont la température est déterminée, relativement à celle que contient un autre corps égal en masse et réduit à la même température. Je dis donc, lorsque deux corps hétérogènes égaux en masse et ayant la même température contiennent d'inégales quantités de calorique, que le calorique spécifique de l'un est à celui de l'autre comme tel nombre est à tel autre.

Ce que nous avons dit jusqu'ici suffit pour faire sentir 1°. que les expressions *capacité* et *calorique spécifique* sont des dénominations affectées à des nombres abstraits, qui peuvent servir à établir des rapports, et conséquemment à fixer des mesures.

2°. Que les expressions *calorique combiné* et *calorique interposé* sont des expressions employées pour désigner des manières d'être du calorique.

Le mercure éprouve, dans le thermomètre, des dilatations, et des condensations qui, depuis zéro jusqu'à 100 degrés de l'échelle centigrade, sont à peu près proportionnelles aux parties de calorique qu'on lui communique ; je veux dire que si, pour dilater le mercure depuis le 2e. degré du thermomètre jusqu'au 3e., il faut lui communiquer une quantité de calorique exprimée par le nombre 3, il faudra lui communiquer la même quantité de calorique pour le dilater depuis le 30e. jusqu'au 31e. degré. Aucune expérience décisive ne justifie pleinement cette assertion ; il est néanmoins vraisemblable qu'elle ne s'éloigne pas sensiblement de la vérité.

La capacité d'un corps est permanente, lorsque la même quantité de calorique qui élève la température d'un certain nombre de degrés (mesurés sur un thermomètre dont les dilatations sont proportionnelles aux augmentations de calorique), l'élève du même nombre de degrés à toute autre température ; au contraire la capacité est augmentée ou diminuée lorsque après ce changement il faut lui communiquer plus ou moins de calorique, pour qu'il fasse éprouver la même dilatation au mercure du thermomètre. Un exemple jettera du jour sur cette définition. Supposons qu'il faille communiquer à un poids donné d'eau une quantité de calorique exprimée par le nombre 8, pour élever sa température depuis le 1er. degré du thermomètre à mercure jusqu'au 9e. ; s'il faut ensuite, pour élever la température de cette même quantité d'eau depuis le 31e. degré jusqu'au 39e., lui communiquer une quantité de calorique également exprimée par le nombre 8, nous pouvons dire que la capacité de l'eau est permanente depuis le terme de sa congélation jusqu'à celui de son ébullition ; mais si la quantité de calorique nécessaire pour élever la température de l'eau depuis le 31e. degré jusqu'au 39e., étoit plus grande que celle qu'il faut lui communiquer pour

élever sa température depuis le 1er. degré jusqu'au 9e., nous dirions que la capacité de l'eau va continuellement en croissant depuis le terme de sa congélation jusqu'à celui de sa vaporisation; dans le cas contraire, nous dirions que dans la même échelle la capacité de l'eau est décroissante.

Aucune expérience n'indique encore avec exactitude la marche des *capacités*; sont-elles ou ne sont-elles pas permanentes tant que les corps ne changent pas d'état? C'est un problème dont on ne peut donner encore une solution satisfaisante. Dans l'état actuel de nos connoissances, on ne peut former que des conjectures sur cet objet: la négative paroît pourtant fondée sur un plus grand nombre de probabilités.

On connoît deux moyens de déterminer la capacité. Le premier, que nous devons au docteur *Crawfort*, consiste à mêler ensemble des poids ou des volumes égaux de substances hétérogènes, dont les températures sont différentes, et à observer la température du mélange; les capacités sont alors en raison inverse des changemens de température.

Troisième expérience. Prenez un demi-kilogramme (une livre) d'eau à 1 degré, et un demi-kilogramme (une livre) de limaille de fer à 10 degrés, mêlez-les ensemble: la température du mélange est de 2 degrés.

Cette expérience prouve que la même quantité de calorique qui élève la température d'un demi-kilogramme de fer de 8 degrés, ne peut élever celle d'un demi-kilogramme d'eau que d'un seul degré; d'où il résulte, ainsi que nous l'avons déjà vu, que la capacité de l'eau est à celle du fer comme 8 à 1. Mais nous venons de voir que les changemens de température étoient dans ces deux substances comme 1 à 8. On peut donc conclure qu'en se servant de cette méthode, c'est-à-dire, en mêlant des poids égaux de substances hétérogènes ayant différentes températures, et en observant la température du mélange, les capacités de ces substances sont en raison inverse de leur changement de température.

La seconde méthode que nous devons à *Lavoisier* et à *Laplace* consiste à échauffer les corps, à les placer ensuite au milieu d'une sphère creuse de glace, et à rassembler la quantité d'eau formée: les capacités sont alors en raison directe des quantités de glace fondue.

Quatrième expérience. On met un demi-kilogramme (une livre) d'eau à 60 degrés dans une sphère creuse de glace ou dans un appareil propre à la représenter; ce demi-kilogramme d'eau à 60 degrés fait fondre un demi-kilogramme (une livre) de glace.

Cinquième expérience. On met dans le même appareil un demi-kilogramme (une livre) de limaille de fer à 60 degrés; ce demi-kilogramme de limaille de fer à 60 degrés fait fondre environ 60 grammes (2 onces) de glace.

Ces expériences combinées démontrent que les quantités de glace fondue par des poids égaux d'eau et de fer qui ont la même température, sont entr'elles comme un demi-kilogramme (une livre) est à 60 grammes (2 onces), c'est-à-dire, comme 16 à 2 ou comme 8 à 1; mais nous avons vu ci-dessus que la capacité de l'eau étoit à celle du fer comme 8 à 1. Nous pouvons

donc conclure qu'en se servant de l'appareil à la glace, la capacité des corps sur lesquels on opère, lorsqu'ils sont à la même température et qu'on emploie des poids égaux, sont en raison directe des quantités de glace fondue.

Il seroit sans doute difficile de se procurer des sphères de glace creuses pour faire les dernières expériences que nous venons de rapporter, et quand même on pourroit se les procurer facilement, elles offriroient beaucoup d'inconvéniens dans la pratique. Ces motifs ont engagé *Lavoisier* et *Laplace* à y suppléer par un superbe appareil, auquel ils ont donné le nom de *calorimètre*. (*Voyez* ce mot.)

Art. IV.

Des rapports qui existent entre le calorique et le fluide lumineux.

Le calorique est-il une modification du fluide lumineux, ou bien le fluide lumineux est-il une modification du calorique ? Tel est le problème qui exerce depuis long-temps la sagacité des physiciens, et dont on a jusqu'ici cherché vainement la solution. Ce qu'il y a de certain, c'est que le calorique et le fluide lumineux produisent, dans un grand nombre de cas, des effets très-différens. Le phosphore, le diamant, le bois pourri, les matières animales en putréfaction, les insectes et les vers lumineux répandent souvent une clarté très-vive et très-éclatante, sans exciter sur nos organes aucune sensation qui atteste la présence du calorique. D'un autre côté, presque tous les corps naturels peuvent, sans devenir lumineux, être échauffés au point de nous faire éprouver la sensation de la chaleur. Ces considérations suffisent pour nous faire distinguer soigneusement le fluide lumineux du calorique. Il nous paroît cependant que ces deux fluides ne sont qu'un seul et même élément diversement modifié. Cette opinion étoit celle de *Sgravesande* (*voyez* ses *Élémens de Physique*, chapitre qui traite du Feu) ; aujourd'hui tous les bons physiciens la partagent, parce qu'elle est fondée sur des motifs puissans que nous allons développer.

1°. Plusieurs corps chauds répandent de la clarté si la chaleur augmente, et la clarté cesse si la chaleur diminue ; du fer incandescent luit, mais la clarté disparoît du moment que la chaleur diminue.

2°. Dans les rayons qui nous viennent du soleil, la chaleur est intimement unie avec la lumière ; les corps qui réfléchissent abondamment le fluide lumineux s'échauffent lentement, ceux que ce fluide pénètre en plus grande quantité s'échauffent plus promptement, et le fluide lumineux, en pénétrant un corps, ne lui communique pas toujours la propriété de répandre une clarté sensible avec de la chaleur. Différentes pierres calcinées luisent dans l'obscurité ; la clarté qu'elles répandent diminue graduellement, et finit par disparoître entièrement ; mais on peut la renouveler plusieurs fois, en exposant ces corps à l'action des rayons solaires.

Plusieurs pierres calcinées jouissent de la même propriété sans leur faire éprouver aucune calcination, soit qu'on les soumette à l'influence directe des rayons solaires, soit qu'on les expose seulement pendant quelque temps à la clarté du jour dans un lieu que le soleil ne pénètre pas directement. Dans toutes ces substances pierreuses, la lumière ne se communique pas sans

chaleur, et dans les cas où la chaleur est foible, la lumière communiquée est aussi foible ; mais dans d'autres cas, des corps soumis à l'action du soleil, quelque vive qu'elle soit, s'échauffent sans répandre de la clarté.

3°. De ce que nous observons tous les jours des corps qui excitent la sensation de la chaleur sans exciter celle de la lumière, on ne peut pas conclure qu'il n'y a pas réellement de lumière produite ; car souvent une clarté foible ne nous est pas visible, tandis qu'elle frappe vivement des yeux mieux organisés ; d'où il résulte qu'il peut y avoir de la clarté, quoiqu'on ne l'aperçoive pas, surtout si le fluide qui lui donne naissance, part d'un corps lumineux en trop petite quantité.

De même la chaleur peut être tellement affoiblie dans un corps qu'elle ne nous soit pas sensible ; car il arrive souvent que nous ne sentons pas dans un temps une chaleur qui, quoique diminuée, fait dans un autre temps une impression sensible sur nos organes ; nous ne pouvons donc point assurer qu'il n'y a pas de chaleur, quoiqu'elle ne nous soit pas sensible.

En vain pour combattre notre opinion, diroit-on que le fluide lumineux réfléchi par la lune et concentré à la faveur d'une forte lentille, n'a jamais produit de la chaleur. La lune ne réfléchit qu'une très-petite quantité du fluide lumineux que lui envoie le soleil, comme le démontre l'obscurité apparente d'une grande partie de la surface de la lune, et cette partie de fluide lumineux réfléchi par la lune s'affoiblit ensuite considérablement avant de parvenir jusqu'à nous ; il n'est donc pas étonnant qu'elle ne puisse pas produire une chaleur sensible.

Rumford a fait sur les effets chimiques du calorique et du fluide lumineux qui nous vient du soleil, des expériences intéressantes qui confirment l'identité de ces substances.

Première expérience. Ce physicien a imprégné de dissolution d'or, de la soie blanche, de la toile de lin et de coton, de la magnésie blanche, et en exposant ces substances à l'action des rayons solaires ou à la chaleur d'une bougie allumée, elles ont pris une belle couleur pourpre, mais dans l'obscurité elles n'ont subi aucun changement ; lorsqu'elles n'étoient pas humides, le calorique et le fluide lumineux y produisoient peu d'altération, mais en les humectant, l'effet avoit lieu.

Avec la dissolution d'argent, les mêmes substances prenoient une nuance de jaune brun, mais elles n'acquéroient point de couleur dans l'obscurité sans chaleur.

Seconde expérience. Rumford a soumis à l'action des rayons solaires un flacon qui renfermoit des morceaux de charbon et une dissolution d'or ; bientôt l'or a été complètement réduit ; la dissolution d'argent a éprouvé une réduction semblable. De pareils flacons furent enfermés dans des cylindres de fer blanc, et exposés à la chaleur de l'eau bouillante ; le résultat fut le même, de manière que la chaleur de l'eau bouillante produisit un effet pareil à celui des rayons solaires.

Berthollet a répété ces expériences sur la dissolution d'argent, en adaptant au flacon un tube pour examiner le gaz qui pourroit se dégager, et il a obtenu dans l'une et l'autre circonstance un mélange de gaz nitreux et d'acide carbonique ; il a aussi exposé à l'action des rayons solaires et à celle de l'eau bouillante de l'acide nitrique,

dans lequel il avoit mis des fragmens de charbon, et il s'est également dégagé dans l'une et l'autre épreuve du gaz nitreux et de l'acide carbonique.

Troisième expérience. Rumford a soumis à l'action des rayons solaires la dissolution du muriate d'or dans l'éther, et il a observé qu'elle rendoit promptement l'or à l'état métallique, tandis que cette dissolution se conservoit dans l'obscurité sans éprouver la plus légère altération; la dissolution d'or et celle d'argent, mêlées avec l'huile de thérébentine et l'huile d'olive, exposées ensuite, soit à l'action des rayons solaires, soit à celle de la chaleur, se sont également réduites.

Ces expériences nous présentent des effets pareils produits par le calorique et par le fluide lumineux, en faisant varier l'intensité d'action de l'une et l'autre de ces substances. Cependant le fluide lumineux dégage le gaz oxigène de l'acide muriatique oxigéné et de l'acide nitrique, et le calorique ne peut produire cet effet que lorsque les acides sont retenus par un alcali qui les met en état d'éprouver l'action d'une haute température. Tâchons de découvrir la raison de cette différence.

Dans l'acide muriatique oxigéné, le fluide lumineux ne pouvant se combiner qu'avec l'oxigène exerce exclusivement son action sur cette substance, produit sur elle seule les effets d'une haute température, de sorte qu'elle reprend l'état aériforme comme elle l'eût fait à une température élevée.

Si l'acide muriatique oxigéné est soumis à l'action du calorique, celui-ci exerce une action égale sur tout le liquide, dont la température, en s'élevant, rend volatiles l'eau et l'acide muriatique; de sorte que le liquide passe dans la distillation sans qu'il se soit établi une différence qui puisse produire la séparation de l'oxigène; mais si l'acide muriatique est enchaîné par une base alcaline, sa température peut devenir assez considérable pour que le dégagement de l'oxigène ait lieu.

Si donc le fluide lumineux produit le dégagement du gaz oxigène de l'acide muriatique oxigéné, de l'acide nitrique, d'une plante qui végète, il faut en conclure qu'il est entré en combinaison, qu'il a fourni le calorique qui manquoit au gaz qui se dégage, et qu'en élevant sa température il a augmenté son élasticité; et si le calorique ne peut produire le même effet, c'est que dans les circonstances données il ne peut former une semblable combinaison.

Art. V.

Où l'on ramène à la théorie du calorique, des phénomènes qui d'abord paroissent lui contrarier.

Nous avons vu dans les articles précédens que l'hypothèse du calorique se plie avec facilité à l'explication des phénomènes; il s'en faut néanmoins qu'elle soit généralement avouée; chaque jour de nouveaux physiciens se présentent pour la combattre. Les uns regardent l'existence du calorique comme insuffisante pour expliquer les phénomènes du froid, et ont recours pour cet objet à une matière frigorifique; d'autres, ayant à leur tête le célèbre *Rumford*, déposent contre l'existence du calorique; suivant eux, la chaleur n'est que l'effet d'un mouvement vibratoire excité dans

les particules des corps chauds et des fluides qui les environnent.

Parmi le grand nombre d'expériences que *Rumford* a publiées sur ce sujet, nous examinerons les principales, celles surtout qui lui paroissent les plus propres à établir son opinion.

L'auteur s'occupe d'abord de rechercher quelle est la durée du refroidissement d'une quantité donnée de liquide, entre deux limites de température, et dans des circonstances semblables, sauf la nature et certaines modifications des enveloppes dont ce liquide seroit entouré.

Pour renfermer le liquide à refroidir, il fit construire en laiton mince quatre vases cylindriques à peu près semblables; ils avoient 108 millimètres (4 pouces) de diamètre sur 108 millimètres de hauteur; ils portoient au centre de la plaque circulaire qui fermoit la section supérieure du cylindre, un goulot plus étroit de même forme, par lequel on introduisoit le thermomètre, dont le réservoir occupoit dans toute sa longueur l'axe du cylindre; au centre de la plaque opposée étoit soudée une douille également cylindrique, et dans laquelle entroit le pied qui supportoit l'appareil, lequel se trouvoit par cette disposition offrir à l'air ambiant un libre accès à la surface presqu'entière du vase. Deux de ces vases numérotés 1 et 2, furent garnis dessus et dessous d'une enveloppe permanente d'édredon, fourrure, etc., renfermés dans deux boîtes cylindriques de bois, servant de fond et de couvercle; on laissa les deux autres (3 et 4) sans couverture aux deux extrémités.

On employoit dans chaque expérience les deux appareils par paires; l'un des vases étoit nu, et l'autre vêtu; et la première de ces dispositions servoit toujours de terme de comparaison. Un thermomètre suspendu dans l'air de la chambre indiquoit sa température pendant l'expérience; les volets étoient fermés pour éviter toute chaleur partielle, à l'exception d'un seul qu'on ouvroit de temps en temps pour voir les degrés du thermomètre et en prendre note.

Première expérience. L'appareil n°. 1 rempli d'eau chaude et laissé nu fut mis à refroidir dans l'air tranquille, en même temps que l'appareil n°. 2, revêtu d'une toile fine d'Irlande appliquée fort juste. Le premier employa 55 minutes à descendre de 94 à 84°; le second, revêtu de toile, perdit la même quantité de sa chaleur en 36 minutes et demie.

La différence des temps employés par les deux appareils pour perdre la même quantité de chaleur, a pour cause la différente conductricité des enveloppes; celle de toile offre sans doute un passage plus facile à l'évasion du calorique, que l'enveloppe atmosphérique.

Seconde expérience. L'auteur transporta les deux appareils refroidis à la température de 42°, dans une chambre chauffée à 62°; il observa que l'appareil revêtu de toile acquit la chaleur beaucoup plus promptement que l'autre qui étoit nu.

L'effet produit dans cette expérience confirme l'explication de la première, savoir que l'enveloppe de toile est meilleur conducteur du calorique que l'air.

Troisième expérience. L'auteur substitua dans le n°. 2 à l'enveloppe de toile un enduit de colle; lorsqu'il

fut bien sec et durci, il remplit d'eau chaude les deux appareils, et observa le refroidissement de 10 degrés. Le n°. 1 y employa 55 minutes, et le n°. 2, enduit d'une couche de copal, 43 $\frac{1}{4}$ seulement, c'est-à-dire, 7 minutes de plus qu'avec l'enveloppe de toile. Suivons un instant *Rumford* dans les raisonnemens qu'il fait sur cette expérience.

« Si l'enduit de colle, devenu la véritable surface du corps chaud, a accéléré son refroidissement en facilitant l'approche et le contact passager d'une suite de particules d'air froid contre la surface de l'enduit, comme la présence d'une seule couche de cet enduit a dû aussi bien exclure la lame d'air présumée adhérente au métal qu'auroient pu le faire deux ou un plus grand nombre de couches de même matière, la présence de deux couches ne devroit pas dans ce cas, produire plus d'effet qu'une seule ; mais si le refroidissement de l'appareil dans cette expérience n'étoit pas hâté par quelque influence de l'enduit sur la circulation de l'air ambiant, mais par telle circonstance qui faciliteroit et augmenteroit ces radiations, qu'on sait être produites par la présence des corps chauds, dans ce cas on peut présumer que deux couches de colle auroient plus d'effet qu'une seule. »

Ces réflexions le conduisirent à l'expérience suivante, qu'il regarde comme décisive.

Instrumens.	*Refr. de* 10°
	Minutes.
N°. 1. Surface métallique nue.	55 $\frac{1}{6}$
N°. 2. Surface métallique enduite de deux couches de colle. . . .	37 $\frac{5}{8}$

Deux couches accéléroient évidemment le refroidissement ; alors, après les avoir enlevées avec de l'eau chaude, on leur substitue une suite de couches de vernis transparent, au copal, depuis une jusqu'à huit. Voici le tableau des résultats :

N°. des expériences.	*Circonstances.*	*N°. 2 vernis.*	*N°. 1 à nu.*
		Minutes.	Minutes.
N°. 4. . . .	Une couche de vernis.	42. . .	55 $\frac{1}{2}$
5. . . .	Deux couches.	35 $\frac{3}{4}$. .	55 $\frac{1}{4}$
6. . . .	Quatre couches. . . .	30 $\frac{1}{4}$. .	55 $\frac{1}{2}$
7. . . .	Huit couches.	34 $\frac{1}{4}$. .	55.

On voit que l'effet accélérateur résultant de la présence des couches de vernis, a un *maximum* qui, dans ces expériences, répond à quatre couches ; le liquide renfermé se refroidit alors presque la moitié plus vite que lorsque le vase n'est pas revêtu.

Rumford regarde cette expérience comme décisive contre l'hypothèse du calorique ; voyons si, en supposant l'existence de ce fluide, nous ne pourrons pas en donner une explication satisfaisante. L'idée qui se présente la première, c'est que le vernis facilite l'expansion du calorique, par l'excès de sa conductricité sur celle du fluide atmosphérique, et alors chaque couche de vernis faciliteroit la déperdition du calorique, ce qui ne s'accorde pas avec les résultats de la table précédente. Mais la conductricité n'est pas la seule cause qui influe sur la plus ou

moins grande déperdition du calorique dans un temps donné ; la capacité des corps environnans doit aussi entrer en considération. La substance employée pour former les couches est un vernis de copal qui a beaucoup de capacité et peu de conductricité pour le calorique : en supposant, ce qui paroît conforme à l'expérience, que sa capacité est plus grande, et sa conductricité moindre que celle de l'air environnant, il est visible que d'un côté, l'addition d'une couche de vernis doit nécessiter une plus grande perte de calorique ; et que de l'autre, son peu de conductricité doit retarder l'écoulement de ce fluide ; mais le premier effet l'emportant sur le second, la quantité de calorique perdue dans le même temps sera plus grande. Une seconde, une troisième, une quatrième couche produisent le même effet. La déperdition de calorique causée par la capacité, et sa concentration produite par le défaut de conductricité, croissent ensemble, mais dans différens rapports ; il y a un point où elles sont égales, c'est le *maximum* de la perte du calorique ; au-delà de cette limite, l'effet produit par la seconde cause l'emporte sur celui que fait naître la première, et conséquemment de nouvelles couches ne font qu'empêcher l'écoulement du calorique.

Quatrième expérience. L'auteur prit deux ballons de verre égaux, il plaça au centre de chacun un thermomètre à mercure, dont il souda le tube au ballon ; l'un de ces ballons étoit vide d'air, et l'autre ne l'étoit pas, il les plongea dans de l'eau à différentes températures ; le résultat de plusieurs expériences fut ;

1°. Que la chaleur se communiquoit à travers le vide, mais lentement ;

2°. Qu'elle se communiquoit deux fois plus vite dans le ballon rempli d'air.

Loin de contrarier l'hypothèse du calorique, cette expérience semble attester l'existence de ce fluide ; car, si la chaleur se propage dans le vide, elle est indépendante d'un mouvement vibratoire excité dans les molécules dont les corps se composent, et conséquemment la cause qui la fait naître est une substance particulière et distincte de toute autre.

Cinquième expérience. L'auteur prend une sphère métallique de 226 millimètres (12 pouces) de diamètre ; elle est traversée par une barre métallique fixée vers le bas à de forts madriers, soudée de ce côté au globe métallique, qui a un large goulot par en haut ; la barre métallique porte à son centre une double sphère qui, lorsqu'on tourne la barre, se frottent mutuellement. Si on fait tourner avec une certaine vitesse la barre métallique, la chaleur qui est produite est si considérable qu'elle fait bouillir de l'eau dont on remplit la grande sphère ; cette chaleur se perpétue pendant un temps indéfini, c'est-à-dire, aussi longtemps qu'on tourne la barre de fer.

« D'où vient cette chaleur, s'écrie *Rumford ?* Il m'a toujours paru, répond-il, impossible d'expliquer les résultats de cette expérience, sans adopter la théorie très-ancienne, qui est fondée sur la supposition que la chaleur n'est autre chose qu'un mouvement vibratoire parmi les particules dont les corps sont composés. »

Lorsqu'on fait tourner la barre métallique, les deux sphères qu'elle porte

à son centre se frottent mutuellement, et le frottement est d'autant plus considérable que la rotation de la barre métallique est plus rapide; mais le frottement fait naître dans les corps frottés une diminution de volume produite par la compression, ce qui détermine un dégagement de calorique; d'où il résulte que dans l'expérience qui nous occupe, les deux sphères que porte à son centre la barre métallique doivent laisser dégager une quantité de calorique d'autant plus grande, 1°. que la barre tourne avec plus de vitesse; 2°. que la masse des sphères est plus considérable; car les surfaces qui se frottent ne contribuent pas seules au dégagement du calorique, mais toutes les parties des deux sphères; elles éprouvent dans tous leurs points une condensation, quoique d'une manière très-inégale, par l'effort d'expansion de la partie la plus comprimée, et qui éprouve la plus haute température sans pouvoir prendre les dimensions qui conviennent à cette température, sur les parties les moins échauffées et les plus dilatées; de sorte que les deux sphères doivent éprouver dans toutes leurs parties une condensation qui diminue depuis le lieu de la compression la plus forte jusqu'à la surface, et conséquemment le dégagement de calorique doit être d'autant plus grand, que la masse des sphères est plus considérable. Si d'ailleurs ces sphères sont métalliques, de fer, par exemple, qui a beaucoup de capacité pour le calorique, il est aisé de concevoir que leur frottement mutuel peut déterminer le dégagement d'une quantité de calorique suffisante pour faire entrer en ébullition l'eau contenue dans la grande sphère. Ainsi cette expérience de *Rumford* ne sauroit contrarier la théorie du calorique.

Je ne parlerai point ici de plusieurs autres expériences que *Rumford* a faites, soit à la faveur de deux miroirs concaves, à l'exemple de *Pictet*, soit à l'aide du thermoscope, elles seront décrites et expliquées en traitant du calorique rayonnant. (*Voyez* CALORIQUE RAYONNANT.)

Une expérience intéressante que *Mollet*, professeur de physique à Lyon a fait connoître, mérite de trouver ici sa place.

Un ouvrier de St.-Etienne, qui travailloit à la manufacture d'armes, observa que de l'air comprimé et dégagé avec vitesse d'un canon de fusil, laissoit apercevoir au bout du fusil une trace de lumière. *Mollet* chercha à découvrir ce qui se passoit dans cette expérience; il mit un morceau de chiffon dans la culasse d'un fusil à vent, et il vit qu'en comprimant l'air le chiffon s'enflammoit. *Nicholson* rapporte qu'une expérience semblable avoit déjà été faite en Angleterre par *Fletcher*.

En attendant que de nouvelles expériences viennent nous éclairer parfaitement sur la cause de ce phénomène, nous nous bornerons à dire que la compression de l'air nécessite le dégagement du calorique, la température s'élève, et peut devenir suffisante pour déterminer l'inflammation du chiffon.

ART. VI.

De l'influence du calorique sur la formation des corps solides, liquides et aériformes.

En s'accumulant dans les corps, le calorique en écarte les molécules;

et lorsqu'il les pénètre jusqu'à un certain point, il leur communique des propriétés toutes nouvelles, telles que la liquidité et la fluidité aériforme. La nature nous offre sans cesse des preuves frappantes de cette vérité ; mais, pour ne pas multiplier les exemples, bornons-nous à celui que nous offre l'eau dans son passage de l'état de glace à celui de liquide. Cette espèce de métamorphose a toujours pour cause l'absorption d'une certaine quantité de calorique. Communiquez une nouvelle dose de calorique, l'eau éprouvera une nouvelle transformation ; elle perdra la liquidité pour acquérir la fluidité aériforme. De l'eau liquide n'est donc autre chose qu'un composé d'eau solide et d'une dose déterminée de calorique, et de l'eau en vapeur est la même combinaison avec une plus grande quantité de calorique. Cette propriété de l'eau appartient à tous les corps de la nature ; ils sont tous susceptibles de passer par ces différens états, à l'aide d'une quantité suffisante de calorique ; et s'il existe des corps, tels que le diamant et le cristal de roche, qui aient paru d'abord se refuser à ce passage, cherchons-en la cause dans l'impuissance où nous étions de fournir la quantité de calorique nécessaire à la volatilisation de ces substances.

Telle est la théorie de la formation des fluides aériformes ; ils sont tous composés de calorique, et d'une substance avec laquelle le calorique est combiné, et que nous nommons la base. Les fluides aériformes doivent donc porter deux noms, l'un qui exprime leur combinaison aériforme avec le calorique, tel est le mot générique d'air ou de gaz, et le second spécifique, qui désigne la base de chaque gaz.

Puisque le calorique dilate tous les corps en écartant leurs molécules, nous pouvons considérer son effet sur ces mêmes molécules, comme celui d'une force répulsive opposée à la force d'agrégation qui tend sans cesse à les réunir.

Pour mieux suivre le jeu de l'action de ces forces dans la formation des corps tels qu'ils se trouvent dans l'état naturel, c'est-à-dire, à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent, supposons d'abord tous les corps de la nature entièrement dépouillés de calorique ; l'abandon de ce fluide est marqué par le rapprochement de leurs molécules intégrantes ; toutes cèdent à la force d'attraction qui les maîtrise ; les substances gazeuses perdent la fluidité aériforme, les liquides la liquidité ; tous les corps, en un mot, ne présentent aux yeux du physicien qu'un amas de molécules qui se trouvent en contact immédiat, c'est-à-dire qui se touchent par autant de points qu'il leur est possible. Faisons reparoître le calorique ; supposons tous les corps plongés de nouveau dans un bain de ce fluide, et calculons, s'il est possible, les effets qui doivent résulter de sa présence.

1°. Il est clair, d'après les principes établis dans un des articles précédens, que tous les corps prendront une portion de calorique, proportionnelle d'abord à leur attraction pour ce fluide, et ensuite à la capacité qu'ils auront pour le contenir : d'où il résulte que ceux même qui auront même masse, s'ils sont de différente espèce, n'en prendront pas également.

2°. Le calorique se combinera, suivant les lois de l'attraction, avec les molécules intégrantes des corps, et leur communiquera une force ré-

pulsive opposée à la force d'aggrégation ; mais à mesure que cette combinaison s'effectuera, l'attraction des molécules pour le calorique souffrira une diminution telle, que lorsque cette attraction sera parvenue à son terme de saturation les molécules ne pourront plus admettre entr'elles que du calorique libre, tout prêt à s'échapper par le contact des corps dont l'attraction pour le calorique ne sera pas satisfaite.

3°. La force répulsive que fera naître le calorique combiné sera différente dans ces différens corps ; mais dans tous, dans ceux même où elle sera la plus petite possible, l'écartement des molécules intégrantes aura lieu ; car, lorsque tous les corps étoient entièrement privés de calorique, leurs molécules intégrantes se touchoient immédiatement ; la force attractive étoit parvenue à son terme de saturation ; la moindre force répulsive est donc suffisante pour la vaincre, et conséquemment pour produire l'écartement des molécules. Mais bientôt après la force d'attraction augmente, et si cette augmentation est telle que la force d'attraction parvienne à égaler la force répulsive, c'est le point où s'établit l'équilibre entre ces deux forces qui marque le terme de l'écartement des molécules, qui détermine l'état permanent de solidité ou de liquidité des corps à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent. Mais si la force d'attraction ne parvient pas à égaler la force répulsive, les molécules des corps, cédant à l'impulsion de cette dernière force, souffrent un écartement progressif qui les fait bientôt sortir de la sphère d'activité où s'exerce la force d'aggrégation, et alors les corps acquièrent la fluidité aériforme.

La plupart des physiciens conçoivent d'une manière différente la formation des corps solides, liquides et aériformes. Les corps, disent-ils, conservent l'état de solidité tant que la force attractive des molécules l'emporte sur la force répulsive communiquée par le calorique ; ils passent à l'état de liquidité au moment où la force attractive égale la force répulsive ; ils acquièrent enfin la fluidité aériforme lorsque la force répulsive l'emporte sur la force attractive. Mais si, dans les corps solides, la force attractive domine sur la force répulsive, pourquoi leurs molécules intégrantes ne cèdent-elles pas à l'impulsion de cette force ? pourquoi ne se rapprochent-elles pas jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse entre les forces qui les sollicitent ? La fluidité aériforme est due, il est vrai, à la supériorité de la force répulsive sur la force attractive, quoique les molécules ne souffrent pas un écartement indéfini. Mais nous verrons bientôt que la pression de l'atmosphère, de concert avec la pesanteur de ces fluides, balance l'excès de la force répulsive sur la force attractive, et détermine la limite de l'écartement des molécules : cela n'a point lieu pour les corps solides. Il n'existe aucune force extérieure qui puisse balancer l'excès de la force attractive sur la force répulsive, et qui conséquemment puisse s'opposer au rapprochement des molécules tant que la force attractive sera victorieuse.

Quoi qu'il en soit de ces différentes manières d'expliquer la formation des corps solides, des liquides et des fluides aériformes, il n'en est pas moins vrai que ces trois états des corps sont l'effet du calorique, qui s'unit à leurs molé-

cules intégrantes plus ou moins étroitement, et en plus ou moins grande quantité, suivant leur plus ou moins d'attraction pour ce fluide, suivant leur plus ou moins grande capacité pour le contenir.

Dans le passage des solides à l'état de liquidité, il se présente un phénomène qui est une application d'un principe que nous n'avons fait qu'énoncer : il mérite de fixer un instant notre attention. Ce phénomène consiste en ce que les nouvelles quantités de calorique qui surviennent depuis le moment où commence la liquidité, sont absorbées par le corps à mesure qu'il les reçoit, et sont uniquement employées à fondre de nouvelles couches ; de sorte qu'un thermomètre placé dans la glace qui commence à devenir liquide, reste stationnaire au degré zéro, jusqu'à ce que cette glace soit entièrement fondue.

Le même phénomène se présente avec les mêmes circonstances dans le passage des liquides à l'état aériforme. Pendant tout le temps qu'un liquide passe à l'état aériforme, les nouvelles quantités de calorique qu'il reçoit sont uniquement employées à convertir de nouvelles couches en fluide élastique ; de sorte que la température de l'eau, par exemple, se maintient constamment, dans le cas dont il s'agit, à 100 degrés (échelle centigrade).

En supposant que les corps ne fussent soumis qu'à la force attractive et à la force répulsive communiquée par le calorique, ils ne seroient liquides que pendant un instant indivisible ; au moment même que la force répulsive l'emporteroit sur la force attractive des molécules intégrantes, les corps passeroient brusquement à l'état aériforme ; l'eau, par exemple, commenceroit à bouillir au moment même qu'elle cesse d'être glace, elle se transformeroit subitement en un fluide aériforme, et ses molécules souffriroient un écartement indéfini. Une troisième force, la pression de l'atmosphère, s'oppose à cet écartement ; aussi l'eau conserve-t-elle la liquidité depuis zéro jusqu'à 100 degrés du thermomètre décimal. La quantité de calorique qu'elle absorbe dans cet intervalle n'est pas suffisante pour vaincre la résistance qu'oppose à sa vaporisation la pression de l'atmosphère. Sans la pression de l'atmosphère, nous n'aurions donc pas de liquide constant, nous ne verrions les corps dans cet état qu'au moment précis où ils se fondent, la plus légère augmentation de calorique en écarteroit sur-le-champ les molécules, qui iroient se perdre dans l'immensité de l'espace. L'expérience suivante vient à l'appui de cette vérité.

Expérience. On remplit d'éther un petit vase de verre d'un diamètre de 27 à 30 millimètres (environ un pouce), et d'environ 54 millimètres (2 pouces) de hauteur ; on couvre le vase avec une vessie humectée, assujettie au col du vase par un grand nombre de tours de gros fil bien serrés : pour plus grande sûreté, on remet une seconde vessie par-dessus la première, et on l'assujettit de la même manière. Il faut que le vase soit tout à fait rempli d'éther, afin qu'il ne reste aucune portion d'air entre la liqueur et la vessie ; on le place ensuite sous le récipient de la machine pneumatique, dont le haut est garni d'une boîte à cuir, traversée par une tige dont l'extrémité se termine en une pointe très-aiguë ; à ce même récipient on adapte un baromètre, et pour rendre l'expé-

rience plus complète, on introduit un petit thermomètre dans le vase qui contient l'éther. Tout étant ainsi disposé, on fait le vide dans le récipient, puis en faisant descendre la tige on crève la vessie.

L'éther commence aussitôt à bouillir avec une étonnante activité ; on le voit se vaporiser et se transformer en un fluide aériforme, qui occupe bientôt tout le récipient. Si la quantité d'éther est assez considérable pour que, la vaporisation finie, il en reste encore quelques gouttes dans le vase, le fluide aériforme produit par la vaporisation de l'éther, soutient le mercure du baromètre adapté à la machine pneumatique à environ 27 centimètres (10 pouces) pendant l'hiver, et à 64 centimètres (environ 24 pouces) pendant les ardeurs de l'été.

Avant de faire le vide dans le récipient, l'air atmosphérique pesoit sur la surface de l'éther, et opposoit à sa vaporisation un obstacle insurmontable. En faisant le vide, on a supprimé le poids de l'atmosphère ; on a donc levé l'obstacle qui empêchoit la volatilisation de l'éther, et ce fluide cédant à l'impulsion de la force répulsive du calorique qui l'emporte sur la force attractive de ses molécules, s'est transformé subitement en un fluide aériforme doué d'une élasticité suffisante pour soutenir le mercure du baromètre à une certaine hauteur.

L'éther qui est liquide au degré de température dans lequel nous vivons, seroit constamment à l'état aériforme sans la pression de l'atmosphère. Je dis plus, si la pesanteur de notre atmosphère n'équivaloit qu'à 36 ou 40 centimètres de mercure, au lieu de 76 (28 pouces), nous ne pourrions obtenir l'éther dans l'état liquide, au moins pendant les ardeurs de l'été : il n'est donc pas surprenant que sur les montagnes élevées, où la pression de l'atmosphère est beaucoup moins considérable, on ne puisse conserver l'éther liquide. Pour l'y conserver dans cet état, il faut employer des ballons très-forts pour le condenser, et joindre le refroidissement à la pression. Sans cette double précaution, l'éther passe subitement à l'état aériforme, parce que la pression de l'atmosphère n'oppose pas un obstacle assez puissant à sa volatilisation.

C'est un fait généralement reconnu que le sang a un degré de chaleur à peu près égal à celui où l'éther passe de l'état liquide à l'état aériforme. L'éther doit donc se vaporiser dans les premières voies, et c'est probablement à sa vaporisation qu'on doit les effets merveilleux auxquels ce remède donne naissance.

Le succès de l'expérience est le même si à la place de l'éther on emploie l'alcool, l'eau, le mercure, etc. Il y a cependant cette différence, que la quantité du fluide vaporisé est moindre lorsqu'on opère avec l'alcool que lorsqu'on opère avec l'éther, moins encore avec l'eau, et surtout avec le mercure. Cette différence a pour cause le différent degré de volatilité de ces fluides.

Tous ces faits, dont il seroit facile de multiplier les exemples, si ceux que nous avons cités n'étoient déjà suffisans pour compléter la conviction, nous conduisent à conclure que tous les corps de la nature sont susceptibles d'exister dans trois états différens, dans l'état de solidité, dans l'état de liquidité, dans l'état aériforme, et que ces trois états du même corps dépen-

dent de la quantité de calorique qui lui est combinée.

CALORIQUE COMBINÉ. C'est celui qui se combine étroitement avec les molécules des corps, et qui constitue une partie de leur substance; il perd ses propriétés physiques dans l'acte de la combinaison; il n'est plus sensible au thermomètre.

CALORIQUE INTERPOSÉ. C'est celui qui, sans être engagé dans aucune combinaison, se trouve retenu entre les molécules des corps par un reste d'attraction; il fait équilibre à la température extérieure, et est sensible au thermomètre.

CALORIQUE LATENT. Ce n'est autre chose que le *calorique combiné*. (*Voy.* CALORIQUE COMBINÉ.)

CALORIQUE LIBRE. Ce n'est autre chose que le calorique interposé. (*Voyez* CALORIQUE INTERPOSÉ.)

CALORIQUE RAYONNANT. Ce n'est autre chose que le calorique interposé, lorsque, en vertu de sa tendance à se mettre en équilibre, il passe d'un corps où il abonde dans un autre qui en manque; alors il se trouve animé d'une certaine vitesse, quoique insuffisante pour le rendre lumineux, et il prend le nom de *calorique rayonnant*.

Les miroirs métalliques concaves ont la propriété de réfléchir le calorique rayonnant et de concentrer à leur foyer toute l'action de ce fluide. Les miroirs de verre ne partagent pas cette propriété. *Scheele* a observé qu'ils absorbent le calorique rayonnant, qu'ils ne réfléchissent ou ne transmettent que le fluide lumineux, jusqu'à ce que le verre soit assez échauffé pour donner lui-même du calorique rayonnant.

Saussure, *Pictet* et *Rumford* se sont occupés, après *Scheele*, de la propriété qu'a le calorique rayonnant d'être réfléchi par les miroirs métalliques, et en ont constaté l'existence par les expériences suivantes.

Première expérience. Deux miroirs métalliques concaves étant disposés l'un vis-à-vis de l'autre, et séparés par une distance de 12 pieds (environ 4 mètres), on a placé à l'un des foyers un boulet de fer rougi, mais refroidi, au point qu'il n'étoit plus lumineux, même dans l'obscurité; un thermomètre situé à l'autre foyer, marquant 4 degrés au-dessus de zéro, est monté en 6 minutes à 14 degrés, tandis qu'un autre thermomètre, situé hors du foyer, à la même distance du boulet, n'est monté qu'à 6 degrés.

Pictet a obtenu des effets semblables, en substituant un matras rempli d'eau bouillante au boulet échauffé, pour dissiper toute crainte d'émission du fluide lumineux.

Cette expérience prouve que la présence des miroirs détermine la réflexion du calorique rayonnant qui s'échappe du boulet, pour le concentrer au foyer qu'occupe le thermomètre.

Seconde expérience. Les miroirs conservant la même disposition, *Pictet* a placé au foyer de l'un un thermomètre à air, et un matras plein de neige au foyer de l'autre. Le thermomètre n'a pas tardé à descendre de plusieurs degrés, il est remonté ensuite du moment que le matras a été enlevé; on a remis le matras au foyer du même miroir, et on a versé de l'acide nitrique sur la neige; il en est résulté une augmentation de froid qui a produit sur le thermomètre une dépression de 5 ou 6 degrés, comme si le froid étoit réfléchi.

Cette expérience ne diffère de la précédente qu'en ce que les émanations du calorique prennent une marche inverse. Dans la première, le calorique s'échappe du boulet, est réfléchi par le miroir dont il occupe le foyer, et les rayons réfléchis tombant parallèlement sur l'autre miroir, sont réfléchis à son foyer, qu'occupe le thermomètre, ce qui détermine l'ascension du mercure. Dans la seconde, le calorique s'échappe du thermomètre, et va, après deux réflexions, se concentrer au foyer qui est occupé par le matras de neige, ce qui nécessite l'abaissement de la colonne de mercure. On voit donc qu'il est facile d'expliquer les phénomènes que présente la dernière expérience, sans admettre l'existence d'une matière frigorifique qui, s'échappant de la neige et réfléchie successivement par les miroirs, aille se concentrer au foyer occupé par le thermomètre, et déterminer sa dépression.

Une circonstance qui me paroît essentielle, et dont on ne parle point, seroit de placer dans la dernière expérience, un thermomètre hors du foyer, aussi distant du matras de neige que celui qui occupe le foyer, et d'observer la dépression du mercure dans les deux thermomètres; car on conçoit aisément que la présence des miroirs détermine la réflexion du calorique rayonnant qui s'échappe du thermomètre, et qui sans eux seroit perdu pour le matras plein de neige. Mais ce qui me paroît difficile à concevoir, c'est que la présence des miroirs détermine de la part du thermomètre une émission de calorique plus abondante que si les miroirs étoient absens.

Rumford a fait, à l'aide de deux miroirs métalliques concaves de quinze pouces de diamètre et quinze pouces de foyer, des expériences semblables à celles que nous venons de décrire : l'effet a été le même, l'explication doit être la même.

L'auteur conclut néanmoins de ces expériences que « le calorique ne peut pas avoir d'existence réelle. La communication de la chaleur lui paroît analogue à celle du son; le corps froid, dans l'un des foyers, oblige le corps chaud, le thermomètre, qui se trouve dans l'autre, de changer de note. »

Nous laissons à nos lecteurs le soin d'apprécier la justesse de cette conclusion.

CALORIQUE SPÉCIFIQUE. Deux corps égaux, soit en masse, soit en volume, et réduits à la même température, contiennent presque toujours d'inégales quantités de calorique. On désigne chacune de ces quantités par l'expression *calorique spécifique*.

CAMÉLÉON. Les astronomes désignent par ce mot une des petites constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située auprès du pôle austral, entre la Mouche ou l'Abeille, la Montagne de la table et l'Œtan; c'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutée aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

C'est une des constellations qui ne se montrent jamais sur notre horizon; les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande pour qu'elles nous soient visibles.

CAMÉLOPARDS. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, qui est située au voisinage du pôle boréal, entre Céphec, Cassiopée, Persée, le Cocher et la grande et la petite Ourse. C'est une des onze nouvelles constellations formées par *Hévélius;* elle est la même que la Giraffe, constellation formée auparavant par *Augustin Royer.* (*Voyez* Giraffe.)

Le Camélopard demeure toujours sur notre horizon, ce qui fait qu'il nous est toujours visible.

CANCER ou ÉCRÊVISSE. On a donné ce nom au quatrième signe du zodiaque, de même qu'à la quatrième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer le 21 juin (2 messidor); c'est alors que l'été commence pour les habitans de l'hémisphère boréal; c'est au contraire alors le commencement de l'hiver pour les habitans de l'hémisphère austral.

Ce signe a donné son nom au tropique qui passe à son premier point, et qui s'appelle à cause de cela tropique du Cancer. Les astronomes désignent le Cancer par ce signe ♋.

CANICULE. C'est le nom que l'on donne à une étoile de première grandeur, qui se trouve dans la constellation du grand Chien, sur la gueule duquel elle est placée. C'est la plus belle et la plus brillante de toutes les étoiles fixes; elle est aussi connue sous le nom de Sirius. C'est de cette étoile que les jours caniculaires ont tiré leur nom, parce qu'ils commencent quand le soleil se lève avec cette étoile.

CANICULAIRES (Jours). *Voy.* Jours caniculaires.

CANNE A VENT. Espèce de fusil à vent qui ne diffère du fusil à vent ordinaire qu'en ce qu'il est séparé de sa crosse et de sa batterie. (*Voyez* Fusil a vent.)

CANON. C'est une pièce d'artillerie de fonte ou de bronze, sa forme est celle d'un cône très-allongé et tronqué; sa cavité est cylindrique; elle est percée vers son fond d'un trou qui traverse l'épaisseur de la pièce, et au moyen duquel on y met le feu lorsqu'elle est chargée.

Le canon est continuellement employé dans les combats et dans les sièges; ses deux objets principaux sont, 1°. de lancer un projectile avec une grande vitesse, 2°. de diriger son mouvement vers un point déterminé.

La vitesse du projectile (c'est le plus ordinairement un boulet de fonte) étant produite par l'inflammation de la poudre et sa conversion en fluide élastique, il est clair que cette vitesse sera d'autant plus grande que la poudre sera d'une meilleure qualité, et qu'il y en aura une plus grande quantité d'enflammée. La qualité de la poudre dépend de la manière dont elle a été fabriquée et conservée. (*Voy.* Poudre a canon.) Son inflammation en plus ou moins grande quantité dépend de la quantité employée, et du temps pendant lequel elle sera dans les circonstances favorables à l'inflammation.

Si le canon étoit très-court, et que la charge ne fût pas bien bourrée, à l'instant où l'inflammation de la poudre commenceroit, le boulet seroit lancé; mais l'inflammation d'une petite partie de la poudre employée à la charge auroit produit son mouvement, et le reste de la charge auroit été jetée et seroit restée sans effet; le boulet au-

roit ainsi pen de vitesse, et le but ne seroit pas rempli.

Il faut donc bourrer fortement la charge et donner une certaine longueur au canon; en bourraut, on oppose une plus grande résistance à la force répulsive de la poudre enflammée, et on favorise ainsi l'inflammation d'une plus grande quantité; la longueur du canon favorise eucore l'inflammation, et ainsi le mobile est lancé avec plus de force; avec ces conditions, il faut employer une quantité de poudre couvenable, quantité que l'on détermine par l'expérience.

La longueur du canon et la force qu'on oppose à la sortie du mobile ont cependaut leur limite; si, lorsque toute la poudre est enflammée, le boulet n'est pas sorti, le frottement qu'il éprouve contre les parois diminue sa vitesse, et l'excès de longueur du canon s'oppose à l'effet; si l'on opposoit à la sortie du mobile une force plus graude que l'adhésion des parties du cauon, la force répulsive de la poudre réagissant sur les parois en causeroit la rupture et exposeroit aux plus grands dangers les personnes employées à sa manœuvre.

Pour diriger le projectile vers un poiut déterminé, il faut avoir égard à ce qu'il est mû par une force composée de l'effort de la poudre, qui tend à le faire mouvoir dans la direction du cyliudre du canon, et de la pesanteur, qui tend à le ramener vers la terre.

Le projectile lancé par un canon décrit donc une parabole, dont les élémens dépendent de la force avec laquelle il est lancé, et de la direction de l'axe du cylindre.

Ou peut, comme pour la bombe, calculer l'inclinaison qu'il faut donner à l'axe du canon, pour que le boulet soit porté à la plus grande distance, et vers tel ou tel point.

La forme de cône tronqué qu'on doune aux canons, en leur donnant plus de solidité, facilite encore le jet des boulets. Si la surface du canon étoit parallèle à son axe, la ligne de mire s'éloigneroit continuellement de la direction du boulet, et il seroit difficile de déterminer à chaque coup l'inclinaison que devroit avoir l'axe du canon pour que le boulet fût porté au but proposé; mais en inclinant entre elles la ligne de mire et l'axe, de manière que le boulet soit à sa portée commune lorsqu'il coupe une seconde fois la ligne de mire, il suffit que l'objet que l'on veut atteindre soit dans la direction de la ligne de mire: ainsi un coup d'œil suffit à un canonnier exercé pour ajuster sa pièce.

CANTHUS. On nomme ainsi les angles de l'œil, c'est-à-dire, les angles qui forment les deux paupières, aux endroits où elles s'unissent. L'augle qui est du côté du nez s'appelle *grand canthus* ou interne; celui qui est du côté opposé porte le nom de *petit canthus* ou d'externe.

CAPACITÉ DES CORPS POUR CONTENIR LE CALORIQUE. C'est le rapport qui existe entre les quantités de calorique qu'il faut communiquer à deux corps hétérogènes égaux en masse et réduits à la même température, pour les élever à une même mais plus haute température. La capacité se compose de la grosseur des molécules intégrantes, de leur figure, et de la distance qui les sépare. (*Voy.* au mot CALORIQUE l'art. III, qui traite de la capacité.)

CAPILLAIRE (Tube). *Voyez* TUBE CAPILLAIRE.

CAPRICORNE. C'est le nom du dixième signe du zodiaque, ainsi que de la dixième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer le 21 décembre (30 frimaire); c'est alors que l'hiver commence pour les peuples qui habitent l'hémisphère boréal, et c'est au contraire l'été qui commence alors pour ceux qui habitent l'hémisphère austral. Cette constellation renferme vingt-huit étoiles remarquables, savoir, quatre de la troisième grandeur, une de la quatrième, sept de la cinquième, et seize de la sixième. (*Voyez* Constellation.) Les astronomes caractérisent le Capricorne par cette marque ♑; ce signe a donné son nom au tropique qui passe par son premier point, et qui s'appelle pour cela *Tropique du Capricorne.* (*Voyez* le mot Tropiques.)

CARACTÈRES. Ce sont des marques par lesquelles on désigne les planètes et les signes du zodiaque. Les caractères distinctifs des planètes sont les suivans : ☿ désigne Mercure, ♀ Vénus; ♁ la Terre, ♂ Mars, ⚳ Cérès, ⚴ Pallas, ♃ Junon, ♃ Jupiter, ♄ Saturne, ♅ Uranus, ☉ le soleil, ☾ la lune.

Les signes du zodiaque ont chacun un caractère différent; on désigne le Bélier par ♈, le Taureau par ♉, les Gémeaux par ♊, l'Écrevisse par ♋, le lion par ♌, la Vierge par ♍, la Balance par ♎, le Scorpion par ♏, le Sagittaire par ♐, le Capricorne par ♑, le Verseau par ♒, et les Poissons par ♓.

CARDINAUX (Points.) *Voyez* Points cardinaux.

CARREAU. Ce mot est synonyme de foudre. (*Voyez* Foudre.)

CARREAU ÉLECTRIQUE. On a donné ce nom à un carreau de verre enduit de part et d'autre d'une couche métallique, et auquel on a laissé à l'une et à l'autre surface au moins 54 millimètres (2 pouces) de bords qui ne sont pas enduits.

Le carreau électrique sert à faire une expérience semblable à celle qui est connue sous le nom d'expérience de Leyde (*voyez* Expérience de Leyde) et la commotion qui l'accompagne est appelée *coup foudroyant.* (*Voy.* Coup foudroyant.)

CARRIÈRES (Roue des). *Voyez* Roue des carrières.

CARTÉSIANISME. On appelle ainsi les opinions philosophiques de *René Descartes.*

Descartes a été un des plus beaux génies qui ont illustré le monde, et qui, par une heureuse association de talens et de vertus, ont honoré particulièrement leur patrie.

Né en France dans une petite ville de Touraine, il montra, pour ainsi dire au berceau, des dispositions heureuses, que des parens honnêtes cultivèrent avec soin. A peine eut-il atteint l'âge de l'adolescence, qu'il s'élança de lui-même dans la carrière des sciences; la géométrie et la physique devinrent l'objet favori de ses études et de ses profondes méditations. Doué d'une imagination vive et brillante, il sentit de bonne heure qu'il n'étoit point fait pour marcher sur les routes battues; il s'en fraya de nouvelles, et les parcourut avec rapidité, suivi d'un cortège nombreux d'admirateurs et de disciples. Ses erreurs mêmes portent l'empreinte du génie; ce sont autant d'échelons que *Newton* a employés avec adresse pour atteindre jusqu'au sanctuaire de la vérité.

Nous ne parlerons pas des belles découvertes que la géométrie doit à *Descartes ;* nous renfermant dans le sujet qui nous occupe, il ne sera question ici que des importans services qu'il a rendus à la physique.

Quoique *Galilée*, *Toricelli*, *Pascal* et *Boyle* soient à proprement parler les pères de la physique moderne, *Descartes* est peut-être celui qui a le plus contribué à ses progrès et à sa perfection. Jusqu'à lui, le péripapétisme couvroit de ses ombres l'étude de la nature, et la rendoit inaccessible; *Descartes* forma et effectua le projet de les dissiper; il jeta un ridicule si marqué sur les prétendues connoissances que promettoit la doctrine péripapéticienne, qu'il disposa tous les bons esprits à chercher une meilleure route. Il s'offrit lui-même à leur servir de guide; et comme il employoit une méthode lumineuse, la curiosité se réveilla partout; le goût se propagea jusques chez les nations voisines; et la physique française, en excitant dans les esprits une vive fermentation, fécouda les germes des plus brillantes découvertes.

La méthode de *Descartes* étoit bonne; mais en physique, la meilleure méthode doit souvent conduire à de faux résultats, lorsqu'on part de principes qui ne sont point avoués par la nature. *Descartes* ne sut point éviter ce dangereux écueil; il fonda sa doctrine sur des bases imaginaires, et leur fragilité détermina bientôt la chute de l'édifice.

Lorsque, dans son *Traité de la Lumière*, il veut dévoiler le mécanisme du système du monde, il transporte son lecteur dans l'immensité de l'espace, et là il suppose que pour donner aux philosophes l'intelligence de la structure de l'univers, Dieu veut bien leur accorder le spectacle d'une création. Il fabrique pour cela une multitude innombrable de molécules de matière de différente forme, jouissant toutes d'une extrême dureté, étroitement unies, et si bien entassées qu'elles ne laissent entr'elles aucun intervalle vide de leur propre substance; il soutient même que l'entreprise de ménager ce vide surpasse le pouvoir du créateur.

Dieu imprime à chacune de ces molécules de matière un mouvement en ligne droite et un mouvement de rotation.

Il commande à chacune de conserver sa figure, sa masse, sa vitesse ou son état de repos, jusqu'à ce qu'un obstacle invincible nécessite un changement.

Il veut qu'elles partagent leurs mouvemens avec celles qu'elles rencontrent sur leur route, et qu'elles en reçoivent de celles qui les poursuivront avec une vitesse plus grande que celle qui les anime.

Enfin, suivant la volonté du créateur, elles doivent toutes continuer leur mouvement en ligne droite, à moins qu'une résistance quelconque ne les force de changer de direction.

Nous allons voir ce chaos sorti des mains du créateur s'arranger par un effet du mouvement, et devenir un monde semblable à celui dont le spectacle, quoique habituel, nous saisit chaque jour d'admiration et de surprise.

De ces molécules élémentaires mues avec différentes vitesses, qui sont la matière commune de tout, et qui ont une parfaite indifférence à devenir telle ou telle substance, *Descartes*

voit d'abord sortir trois élémens, et de ces trois élémens toutes les masses qui existent dans l'univers. D'abord les angles et les extrémités des parcelles sont inégalement rompus par le frottement; les débris les plus déliés de la fracture constituent la matière subtile qu'il nomme *le premier élément*; les corps usés et arrondis par le frottement sont le *second élément* ou la lumière; les éclats résultans de la fracture, qui sont les plus grossiers et qui conservent le plus d'angles, sont le *troisième élément* ou la matière terrestre et planétaire.

Tous ces élémens mûs, et se faisant obstacle les uns aux autres, se contraignent mutuellement à avancer, non en ligne droite, mais en ligne circulaire, et à marcher par tourbillons, les uns autour d'un centre commun, les autres autour d'un autre centre, de sorte cependant que, conservant toujours leur tendance pour la direction rectiligne, ils font effort à chaque instant pour s'éloigner du centre, en vertu d'une force qu'il appelle centrifuge.

En vertu de cette force, les élémens qui ont plus de masse s'éloigneront davantage du centre; ainsi l'élément globuleux sera plus distant du centre que la matière subtile; et comme le vide n'existe point, cette matière subtile s'insinuera en partie dans les interstices des globules de la lumière, et en partie vers le centre du tourbillon. Cette partie de la matière subtile, c'est-à-dire, de la plus fine poussière qui s'est rangée au centre, est ce que *Descartes* appelle un soleil. Il y a de pareils amas de même poussière dans d'autres tourbillons, et ces amas de poussière très-déliée sont autant d'autres soleils, que nous nommons étoiles, et qui, à raison du grand éloignement, brillent d'une lumière peu éclatante.

L'élément globuleux étant composé de globules inégaux, les plus forts s'écartent le plus vers les extrémités du tourbillon, les plus foibles se tiennent au voisinage du soleil. L'action de cette poussière très-fine dont le soleil se compose, communique son agitation aux globules voisins, et ainsi de suite jusqu'à ceux qui touchent l'organe de la vision; et c'est en cela que consiste la lumière. L'agitation communiquée à la matière globuleuse accélère son mouvement, mais cette accélération diminue en raison de l'éloiguement, et disparoît entièrement à une certaine distance.

Il suit de là qu'on peut diviser la lumière depuis le soleil jusqu'à cette distance, en différentes couches, dont la vitesse va en décroissant de couche en couche; après quoi, la matière globuleuse qui remplit le reste immense du tourbillon solaire ne reçoit plus d'accélération du soleil; et, comme ce grand reste de matière globuleuse est composé des globules les plus grossiers et les plus forts, l'activité y va toujours en augmentant, depuis le terme où l'accélération causée par le soleil expire, jusqu'à la rencontre des tourbillons voisins; si donc il tombe quelques corps de masse considérable dans l'élément globuleux, depuis le soleil jusqu'au terme où finit l'action de cet astre, ils sont animés d'une vitesse d'autant plus grande qu'ils sont plus voisins du soleil. Mais si quelques corps de grande masse sont entraînés dans le reste de la matière globuleuse, entre le terme de l'action solaire et la rencontre des tourbillons voisins, ils iront, d'un mouvement toujours accé-

léré, se précipiter dans les tourbillons; et d'autres, qui s'en écarteroient pour entrer dans l'élément globuleux du nôtre, pourroient y descendre, ou tomber et s'avancer vers le soleil.

Or, il y a de petits tourbillons de matière qui peuvent rouler dans les grands tourbillons; et ces petits tourbillons peuvent non seulement être composés d'une matière globuleuse et d'une poussière très-fine qui, rangée au centre, en fasse de petits soleils, mais ils peuvent encore contenir ou rencontrer bien des parcelles de cette poussière grossière, de ces grands éclats d'angles brisés qui portent le nom de troisième élément. Ces petits tourbillons ne manqueront pas d'écarter vers leurs bords toute la poussière grossière; c'est-à-dire, que les grands éclats formeront des pelotons épais, et gagneront toujours les bords du petit tourbillon, par la supériorité de la force centrifuge. *Descartes* les arrête là. Au lieu de les abandonner à l'impulsion de la force centrifuge, ou de les laisser emporter par le grand tourbillon, il veut qu'ils obscurcissent le soleil du petit tourbillon qu'ils enveloppent d'une croûte épaisse; d'où résulte la formation d'un corps opaque, d'une planète, d'une terre habitable. Comme les amas de la fine poussière sont autant de soleils, les amas de la grande poussière sont autant de planètes et de comètes. Ces planètes, amenées dans la première moitié de la matière globuleuse, circulent avec une vitesse qui va toujours en diminuant, depuis la première qu'on nomme Mercure, jusqu'à la dernière qui s'appelle Uranus. Les corps opaques qui sont lancés dans la seconde moitié s'en vont jusque dans les tourbillons voisins, et d'autres passent des tourbillons voisins dans le nôtre, pour s'avancer vers le soleil. La même poussière grossière qui nous a fourni une terre, des planètes et des comètes, s'arrange, en vertu de son mouvement, en d'autres formes, et nous donne l'eau, l'atmosphère, l'air, les métaux, les pierres, les animaux et les plantes, en un mot, tous les corps animés ou inanimés dont ce monde nous présente le spectacle.

Voilà le tableau abrégé des opinions de *Descartes*, relatives à la physique. Nous aurons occasion de les développer, et même de les combattre, aux articles *Lumière*, *Système du monde*, *Tourbillons*, etc. Elles attestent, malgré leur fausseté bien reconnue, la supériorité de l'homme qui leur a donné le jour. Pour les juger avec impartialité, il faut se transporter à l'époque où elles ont pris naissance, et considérer l'état de foiblesse où la physique se trouvoit, dans ces temps où l'ignorance et le fanatisme s'opposoient également aux progrès de l'esprit humain.

CARTÉSIENS. On donne ce nom aux partisans des opinions de *Descartes*. (*Voyez* CARTÉSIANISME.)

CARTÉSIENS (Diables). *Voyez* DIABLES CARTÉSIENS.

CASSANT. Épithète qu'on donne aux corps qui sont durs et fragiles en même temps : tels sont le verre, la porcelaine, l'acier trempé, etc.

CASSIOPÉE. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située à côté de Céphée. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

La constellation de Cassiopée demeure toujours sur notre horizon, et

conséquemment elle ne se couche jamais par rapport à nous.

CASTOR ET POLLUX. C'est le nom d'un météore qui se montre quelquefois en mer, attaché aux extrémités des mâts des vaisseaux, sous la forme de gerbes de feu. Lorsqu'on n'en voit qu'une, on l'appelle *Hélène*, lorsqu'on en voit deux ou plus, on les appelle *Castor et Pollux* ou *feu Saint-Elme*. (*Voyez* Feu Saint-Elme.)

CATACOUSTIQUE ou CATAPHONIQUE. C'est la science qui a pour objet les sons réfléchis, ou cette partie de l'acoustique qui considère les propriétés des échos, c'est-à-dire, des sons qui ne viennent pas directement du corps sonore à l'organe de l'ouïe, mais qui le frappent après avoir été réfléchis par un obstacle.

CATADIOPTRIQUE. C'est la science qui considère les effets réunis de la catoptrique et de la dioptrique, c'est-à-dire, les effets réunis des rayons lumineux réfléchis et des rayons lumineux réfractés. Cette réunion est principalement employée dans la construction des télescopes. (*Voyez* Télescope.)

Les objets que représente un miroir réfléchissant les rayons que ces objets lui envoient, paroissent tous à contresens; ce qui est à droite dans l'objet se trouve à gauche dans l'image et réciproquement; conséquemment si les images de ces objets sont renversées par la dioptrique, le miroir renversant ces images les remet dans une situation conforme à celle des objets; d'où l'on voit que la réunion de la catoptrique et de la dioptrique, ou, ce qui est la même chose, la *catadioptrique*, est propre à redresser les images. (*Voy.* les mots Catoptrique et Dioptrique.)

CATAPHONIQUE. Ce mot est synonyme de catacoustique. (*Voyez* Catacoustique.)

CATARACTE. Maladie de l'œil qui consiste dans l'opacité du *crystallin*. La perte de sa transparence peut être l'effet de plusieurs causes, entre autres, d'une trop grande attention à la lecture et de l'examen assidu des choses trop délicates sur lesquelles on travaille. Les personnes qui ont une cataracte naissante ne doivent ni lire long-temps, ni s'occuper d'aucun ouvrage qui exige une grande application de l'organe de la vision; il faut aussi le garantir du contact des rayons solaires.

CATARACTE D'EAU. Chute d'eau plus vive et plus rapide que le courant ordinaire.

Dans la relation intéressante que *Maupertuis* fait de son voyage au nord, il parle des *cataractes* du fleuve Torneao, et de la manière dont les gens du pays les franchissent dans des nacelles fort minces. L'histoire ancienne de *Rollin* renferme aussi la description abrégée des *cataractes* du Nil, et de l'intrépidité avec laquelle les peuples du pays s'y exposent.

Dans presque tous les fleuves, dit le célèbre *Buffon*, la pente va en diminuant jusqu'à leur embouchure d'une manière presque insensible; mais il y en a dont la pente est très-brusque dans certains endroits, ce qui forme une cataracte. Le Rhin, par exemple, a deux cataractes, l'une à Bilefeld et l'autre auprès de Schaffouse. Le Nil en a plusieurs, deux entr'autres qui sont très-violentes, et qui tombent de très-haut entre deux

montagnes. La rivière Vologda, en Moscovie, a aussi deux cataractes auprès de Ladoga; le Zaïre, fleuve de Congo, commence par une forte cataracte qui tombe du haut d'une montagne; mais la plus fameuse cataracte est celle de la rivière Niagara en Canada; elle tombe de cent cinquante-six pieds (environ 51 mètres) de hauteur perpendiculaire comme un torreut prodigieux, et elle a plus d'un quart de lieue de largeur; la brume ou le brouillard que l'eau fait en tombant se voit de cinq lieues, et s'élève jusqu'aux nues; il s'y forme un très-bel arc-en-ciel lorsque le soleil donne dessus. Au-dessous de cette cataracte il y a des tournoiemens d'eau si terribles, qu'on ne peut y naviguer jusqu'à six milles de distance; et au-dessus de la cataracte, la rivière est beaucoup plus étroite qu'elle ne l'est dans les terres supérieures. Voici la description de cette cataracte, telle que *Charlevoix* nous l'a transmise. « Mon premier soin fut de visiter la plus belle cascade qui soit peut-être dans la nature; mais je reconnus d'abord que le baron de *la Houtan* s'étoit trompé sur sa hauteur et sur sa figure, de manière à faire juger qu'il ne l'avoit pas vue.

» Il est certain que si on mesure sa hauteur par les trois montagnes qu'il faut franchir d'abord, il n'y a pas beaucoup à rabattre des six cents pieds que lui donne la carte de *de l'Isle*, qui sans doute n'a avancé ce paradoxe que sur la foi du baron de *la Houtan* et du *P. Hennepin;* mais après que je fus arrivé au sommet de la troisième montagne, j'observai que dans l'espace de trois lieues que je fis ensuite jusqu'à cette chute d'eau, quoiqu'il faille quelquefois monter, il faut encore plus descendre, et c'est à quoi ces voyageurs paroissent n'avoir pas fait assez d'attention. Comme on ne peut approcher la cascade que de côté, ni la voir que de profil, il n'est pas aisé d'en mesurer la hauteur avec les instrumens; on a voulu le faire avec une longue corde attachée à une longue perche, et après avoir souvent réitéré cette manière, on n'a trouvé que cent quinze ou cent vingt pieds de profondeur; mais il n'est pas possible de s'assurer si la perche n'a pas été arrêtée par quelque rocher qui avançoit; car, quoiqu'on l'eût toujours retirée mouillée, aussi bien qu'un bout de la corde à laquelle elle étoit attachée, cela ne prouve rien, puisque l'eau qui se précipite de la montagne rejaillit très-haut en écumant. Pour moi, après l'avoir considérée de tous les endroits d'où on peut l'examiner à son aise, j'estime qu'on ne sauroit leur donner moins de cent quarante ou cent cinquante pieds.

» Quant à la figure, elle est en fer à cheval, et elle a environ quatre cents pas de circonférence; mais précisément dans son milieu, elle est partagée en deux par une île fort étroite et d'un demi quart de lieue de long, qui y aboutit. Il est vrai que ces deux parties ne tardent pas à se rejoindre; celle qui étoit de mon côté, et qu'on ne voyoit que de profil, a plusieurs pointes qui avancent, mais celle que je découvrois en face me parut fort unie. Le baron de *la Houtan* y ajoute un torrent qui vient de l'ouest; il faut que dans la fonte des neiges, les eaux sauvages viennent se décharger là par quelque ravine. »

Il y a, continue *Buffon*, une cataracte à trois lieues d'Albanie, dans la Nouvelle-Yorck, qui a environ cin-

quante pieds de hauteur, et de cette chute d'eau il s'élève aussi un brouillard, dans lequel on aperçoit un léger arc-en-ciel qui change de place à mesure qu'on s'en éloigne ou qu'on s'en approche.

En général, dans tous les pays où le nombre d'hommes n'est pas assez considérable pour former des sociétés policées, les terrains sont plus irréguliers, et le lit des fleuves plus étendu, moins égal, et rempli de *cataractes*. Il a fallu des siècles pour rendre le Rhône et la Loire navigables; c'est en contenant les eaux, en les dirigeant, et en nettoyant le fond des fleuves, qu'on leur donne un cours assuré. Dans toutes les terres où il y a peu d'habitans, la nature est brute et quelquefois difforme. (*Histoire naturelle de Buffon et de d'Aubenton*, tom. I.)

On lit dans la *Genèse*, au sujet du déluge, que les *cataractes du ciel furent ouvertes*. Il est vraisemblable que le mot *cataracte* signifie en cet endroit un grand réservoir d'eau.

Newton a appelé *cataracte* la courbe que décrivent, suivant lui, les molécules d'un liquide qui s'échappe d'un vase par un orifice horizontal.

CATHÈTE D'INCIDENCE. On appelle ainsi une ligne droite qu'on conçoit partir d'un corps qui lance des rayons lumineux, et tombe perpendiculairement sur la surface réfléchissante.

CATHÈTE D'OBLIQUITÉ. C'est une ligne droite tirée du point d'incidence perpendiculairement à un miroir.

CATHÈTE DE L'ŒIL. C'est une ligne droite menée de l'œil perpendiculairement à la surface du miroir.

CATHÈTE DE RÉFLEXION. C'est ainsi qu'on nomme une ligne droite qui, partant du point où se rend le rayon réfléchi, tombe perpendiculairement sur le miroir réfléchissant.

CATOPTRIQUE. Science qui traite des effets du fluide lumineux, en tant qu'il arrive d'un objet à l'œil après s'être réfléchi. (*Voyez* les mots Réflexion du fluide lumineux, et Miroir, où tout ce qui regarde la catoptrique se trouve traité avec tout le détail que son importance commande.

CATOPTRIQUE (Caisse). *Voy.* Caisse catoptrique.

CAVERNES. Ce sont des cavités souterraines où règne une grande obscurité.

Les cavernes sont situées presque exclusivement dans les montagnes; on en trouve un grand nombre dans les îles de l'Archipel et dans plusieurs autres îles, parce que les îles ne sont en général que des dessus de montagnes. Les cavernes se forment comme les précipices, par l'affaisement des rochers, ou comme les abîmes par l'action du feu; car, pour faire d'un précipice ou d'un abîme une caverne, il ne faut qu'imaginer des rochers qui fassent voûte par dessus; ce qui doit arriver très-souvent lorsqu'ils viennent à être ébranlés ou déracinés. Les cavernes peuvent être produites par les mêmes causes qui donnent naissance aux ouvertures, aux ébranlemens et aux affaissemens des terres; ces causes sont principalement les explosions volcaniques et les tremblemens de terre. (*Voyez* le mot Volcan.)

Il existe en Irlande une caverne qui est connue sous le nom de caverne de *Sant-Patrice*. Près de Naples, on en trouve une qui s'appelle *Grotte*

du Chien. Le royaume de Fez en renferme une autre qui vomit des flammes dans la montagne de Beni-Gnazeval. Ces cavernes sont fameuses, et cependant beaucoup moins considérables que celle qui est située dans la province de Darbi en Angleterre. *Milord comte de Morton* nous a appris que cette grande caverne, connue sous le nom de *Devilshole* (trou du Diable), présente d'abord une ouverture très-considérable, à peu près semblable à celle d'une grande porte d'église, et qui sert de passage à un gros ruisseau qui s'écoule de la caverne; qu'à mesure qu'on avance, la voûte de la caverne se rabaisse si fort, qu'en un certain endroit on est obligé, pour continuer sa route, de se mettre sur l'eau du ruisseau dans des baquets fort plats, où on se couche pour passer sous la voûte de la caverne tellement abaissée dans cet endroit, que l'eau touche presqu'à la voûte; mais, après ce passage, la voûte se relève, et on voyage encore sur la rivière jusqu'à ce que la voûte se rabaisse de nouveau et touche à la surface de l'eau; c'est là le fond de la caverne et la source du ruisseau qui en sort. Il grossit considérablement dans de certains temps, et il amène et amoncèle beaucoup de sable dans un endroit de la caverne qui forme comme un cul-de-sac, dont la direction est différente de celle de la caverne principale.

Il y a dans la Carniole, auprès de Potpechio, une caverne très-spacieuse, dans laquelle on trouve un grand lac souterrain. Le voisinage d'Adelsperg en offre une qui renferme des précipices très-profonds, et dans laquelle on peut faire deux milles d'Allemagne de chemin. Il y a aussi sous les montagnes de Mendipp, dans la principauté de Galles, de superbes grottes et de grandes cavernes, environnées de mines de plomb et de chênes enterrés à quinze brasses de profondeur. La province de Glocester renferme une immense caverne, au fond de laquelle on trouve de l'eau à trente-deux brasses de profondeur, ainsi que des filons de mine de plomb.

Il est aisé de voir que la caverne de Devilshole et les autres, qui présentent l'aspect de gros ruisseaux et de riches fontaines, ne doivent point leur existence aux éboulemens et aux tremblemens de terre, mais plutôt aux eaux dont le courant a emporté les sables et les matières divisées qu'on trouve entre les pierres et les rochers.

Parmi les cavernes connues, celle dont *Tournefort* nous a donné la description est une des plus grandes et des plus singulières; elle présente d'abord l'aspect d'une caverne rustique d'environ trente pas de largeur, partagée par quelques piliers formés des mains de la nature; entre les deux piliers situés sur la droite, il y a un terrain en pente douce, et ensuite jusqu'au fond de la même caverne, une pente plus rude d'environ vingt pas de longueur qui conduit à la caverne intérieure. Cette espèce de passage n'est qu'un trou fort obscur, par lequel on ne peut entrer qu'en se baissant et à la lueur des flambeaux. On descend d'abord dans un horrible précipice, à l'aide d'un cable qu'on a la précaution d'attacher à l'entrée; on se coule dans un autre bien plus effroyable, dont les bords très-glissans répondent sur la gauche à des abîmes très-profonds. On place sur les bords de ces gouffres une échelle, au moyen de laquelle on franchit en tremblant un rocher tout à fait coupé à plomb; on continue

à glisser par des endroits un peu moins dangereux ; mais dans le temps qu'on se croit dans un pays praticable, un précipice horrible feroit courir le plus grand danger si on n'étoit averti ou arrêté par ses guides; il faut, pour le franchir, se couler sur le dos le long d'un gros rocher, et descendre une échelle qu'il faut porter exprès ; quand on est arrivé au bas de l'échelle, on se roule quelque temps encore sur des rochers, et enfin on arrive dans la grotte. On compte trois cents brasses de profondeur depuis la surface de la terre ; la grotte paroît avoir quarante brasses de hauteur sur cinquante de large ; elle est remplie de belles et grandes stalactites de différentes formes, tant au-dessus de la voûte que sur le terrain d'en bas. (*Voyez* le *Voyage du Levant*, page 128.)

Dans la partie de la Grèce, connue sous le nom de Livadie, il y a une immense caverne située dans une montagne qui étoit autrefois très-famense par les oracles de Trophonins, entre le lac de Livadie et la mer voisine qui, dans l'endroit le plus voisin, en est à quatre milles ; il y a quarante passages souterrains à travers le rocher, sous une haute montagne par où les eaux du lac s'écoulent. (*Voyez Géographie de Gordon*, édit. de Londres, 1733, page 179.)

Toutes les contrées sujettes aux tremblemens de terre ou aux explosions volcaniques, renferment des cavernes. Le terrain de la plupart des îles de l'Archipel est caverneux; celui des îles de l'océan indien, et particulièrement celui des îles Moluques ne paroît être soutenu que sur des voûtes et des concavités. Celui des îles Açores, celui des îles Canaries, celui des îles du cap Verd, et en général le terrain de presque toutes les petites îles, est, à l'intérieur, creux et caverneux en plusieurs endroits, parce que ces îles ne sont que des pointes de montagnes où il s'est fait des éboulemens considérables, soit par l'action des volcans, soit par l'influence des gelées et des eaux. Dans les Cordelières, au Péron, où il y a plusieurs volcans, et où les tremblemens de terre sont fréquens, il y a un grand nombre d'immenses et d'affreuses cavernes.

Le fameux labyrinthe de l'île de Candie n'est pas l'ouvrage de la nature seule ; *Tournefort* assure que les hommes y ont beaucoup de part, et on doit croire que cette caverne n'est pas la seule dont les hommes ont contribué à augmenter les dimensions ; ils en forment tous les jours de nouvelles en fouillant les mines et les carrières; et lorsqu'elles sont abandonnées pendant un long temps, il n'est pas aisé de reconnoître si ces excavations sont l'ouvrage des hommes ou de la nature.

On connoît des carrières qui ont une étendue très-considérable; celle de Maëstrich, par exemple, où l'on assure que cinquante mille personnes peuvent se réfugier, et qui est soutenue par plus de mille pilliers qui ont vingt ou vingt quatre pieds (environ sept mètres) de hauteur; l'épaisseur de terre et de rocher qui est au-dessus est de plus de vingt-cinq brasses ; il y a dans plusieurs endroits de cette carrière de l'eau et de petits étangs où on peut abreuver du bétail. (*Voyez Tra. Phil. Abr.*, vol. 11, pag. 463.) Les mines de sel de Pologne forment des excavations encore plus considérables. Il y a ordinairement de vastes carrières auprès de toutes les grandes villes.

Les volcans et les eaux qui produisent des cavernes dans l'intérieur forment aussi à l'extérieur des fentes, des précipices et des abîmes. Il existe à Cajetan, en Italie, une montagne qui autrefois a été séparée par un tremblement de terre, de manière que la division paroît être l'ouvrage des hommes. Les eaux produisent, aussi bien que les feux souterrains, des affaissemens de terre considérables, des éboulemens, des chutes de rochers, des renversemens de montagnes, dont les exemples sont fréquens dans l'histoire de la nature.

« Au mois de juin 1714, une partie de la montagne de Diableret, en Valais, tomba subitement et tout à la fois, entre deux et trois heures après midi, le ciel étant fort serein; elle étoit de figure conique; elle renversa cinquante-cinq cabanes de paysans, écrasa quinze personnes, cent bœufs ou vaches, et beaucoup plus de menu bétail, et couvrit de ses débris une bonne lieue carrée; il y eut une profonde obscurité causée par la poussière; les tas de pierres amassées en bas sont hauts de plus de trente perches; il n'y a dans tout cela aucun vestige de matière bitumineuse, ni de soufre, ni de chaux vive, ni conséquemment de feu souterrain. Apparemment la base de ce grand rocher s'étoit pourrie d'elle-même, et réduite en poussière. » (*Histoire de l'Académie des Sciences*, page 4, année 1715.)

La province de Kem, auprès de Folkstoue, nous offre un exemple remarquable de ces sortes d'affaisemens. Les collines des environs ont baissé de distance en distance par un mouvement insensible, et sans aucun tremblement de terre; ces collines sont à l'intérieur de rochers de pierre et de carbonate calcaire; par cet affaissement, elles ont jeté dans la mer des rochers et des terres qui étoient à leur voisinage. (*Voyez* les *Trans. Phil. abr.*, vol. 4, page 259.)

En 1618, la ville de Pleurs, en Valteline, fut enterrée sous les rochers au pied desquels elle étoit située. En 1678, il y eut en Gascogne une grande inondation causée par l'affaissement de quelques morceaux de montagnes dans les Pyrénées, qui firent sortir les eaux contenues dans les cavernes souterraines de ces montagnes. Il est aisé de concevoir la cause de ces effets; on sait qu'il y a des eaux souterraines en une infinité d'endroits; ces eaux entraînent peu à peu les sables et les terres qu'elles trouvent sur leur passage, et conséquemment elles peuvent à la longue détruire la couche de terre sur laquelle cette montagne repose, et cette couche de terre venant à manquer plutôt d'un côté que de l'autre, il faut que la montagne se renverse, ou si cette base manque à peu près également partout, la montagne s'affaisse sans se renverser.

CAUSE. On appelle cause tout ce qui produit un effet quelconque.

Dans les temps où la physique n'étoit fondée que sur des hypothèses, on disputoit beaucoup sur les causes; mais les physiciens modernes ont banni ces vaines subtilités qui, sans agrandir le domaine de la science, en rendoient l'étude oisense et rebutante.

Nous distinguons deux espèces de causes, les causes premières et les causes secondaires; les causes premières nous sont et nous seront toujours inconnues, quoique leur existence ne puisse être contestée, puisque leurs

effets nous affectent sensiblement, et que nous pouvons en déterminer les lois.

Les causes secondaires ne sont autre chose que des effets des causes premières, qui deviennent eux-mêmes causes en produisant d'autres effets.

Un globe de plomb élevé à une certaine hauteur tend vers la terre, et si on l'abandonne à lui-même, il s'y précipite avec rapidité. Cet effet est sensible, et l'on peut même déterminer le temps que le corps emploie dans sa chute; mais nous ne pouvons déterminer la cause de cette chute, parce que nous ne pouvons connoître la cause de la pesanteur. Ce même globe de plomb suspendu par une corde peut, en vertu de la pesanteur, mettre une horloge en mouvement. La pesanteur, qui est l'effet d'une cause inconnue, devient ici cause elle-même, mais une cause secondaire.

CÉLESTE. On donne cette épithète à tout ce qui fait partie du ciel, ou que nous regardons comme en faisant partie; ainsi on nomme corps célestes le soleil, les planètes et les étoiles; phénomène céleste, les phénomènes que les corps célestes nous présentent; sphère céleste, l'ensemble des corps célestes qui nous paroissent rangés sur la surface d'une sphère dont nous paroissons occuper le centre. On nomme aussi sphère ou globe céleste un globe sur lequel on a figuré les étoiles dans leur position respective. (*Voy.* Globe céleste.)

CÉLESTE (Globe). *Voy.* Globe céleste.)

CENTAURE. Les astronomes nomment ainsi une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée sous la queue de l'Hydre femelle au-dessus de la Voie-Lactée. Le Centaure est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*; *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752. On représente le Centaure moitié homme et moitié cheval; la partie de l'homme est seule visible sur notre horizon.

CENTRAL. Épithète que l'on donne à tout ce qui appartient au centre ou qui y a rapport. (*Voy.* Centre.) Ainsi on nomme chaleur centrale celle qui paroît émaner du centre de la terre; force centrale, celle qui tend sans cesse à précipiter une planète vers le centre de l'orbe qu'elle décrit. (*Voyez* Chaleur et Forces centrales.)

CENTRALES (Forces). *Voyez* Forces centrales.

CENTRE DE CONVERSION. C'est le point autour duquel un corps circule ou tend à circuler, lorsqu'il est sollicité inégalement dans ses différens points, ou par une puissance dont la direction ne passe pas par le centre de gravité de ce corps. Si, par exemple, on frappe un bâton par ses deux extrémités avec des forces égales et en sens contraires, il tournera sur son centre ou point de milieu, qui sera alors le centre de conversion. (*Voyez* Centre de rotation.)

CENTRE D'ÉQUILIBRE. C'est, dans un système de corps, le point autour duquel ces corps seroient en équilibre, ou, ce qui est la même chose, un point tel que si le système étoit suspendu ou soutenu par ce seul point il resteroit en équilibre. Le point d'appui d'un levier est son centre d'équilibre. (*Voyez* Levier et Point d'appui.)

CENTRE DE GRAVITATION ou D'ATTRACTION. C'est le point vers lequel les corps célestes sont sans cesse sollicités par la force d'attraction. (*Voyez* ATTRACTION et GRAVITATION.)

CENTRE DE GRAVITÉ. Tous les corps tendent à se précipiter vers le centre de la terre, en vertu de la pesanteur ; cette force n'agit pas seulement sur leur masse, elle exerce son action sur leurs plus petites parties ; de sorte qu'on peut considérer toutes les molécules d'un corps comme sollicitées par des forces égales, dirigées vers le centre de la terre, et qui doivent être regardées comme parallèles, à cause de la distance immense de leur point de concours. Mais lorsque plusieurs forces parallèles sont appliquées à des points liés entr'eux d'une manière invariable, la résultante est égale à leur somme, et passe constamment par le même point ; la résultante ou le poids du corps est donc égale à la somme de tous les petits poids, et passe toujours par le même point, que nous nommerons pour cela *centre de pesanteur* ou *de gravité*.

C'est à Archimède que nous devons la découverte du centre de gravité ; plusieurs habiles géomètres se sont occupés ensuite de déterminer sa position, soit dans les surfaces, soit dans les solides : *Euler*, considérant qu'elle ne dépend que de la figure des corps, nommoit ce point *centre d'inertie* ; on peut aussi l'appeler *centre des forces parallèles*.

La verticale qui passe par le centre de gravité se nomme *ligne de direction* ; parce que c'est en effet la direction de la résultante, ou la ligne suivant laquelle le centre de gravité du corps tend à se précipiter vers la terre.

Pour empêcher un corps d'obéir à l'action de la pesanteur, il suffit d'appliquer à son centre de gravité, une force égale et directement opposée à la résultante. Si le corps est suspendu librement en plein air, le point d'appui pourra être considéré comme une force égale à celle de la pesanteur ; mais pour que l'équilibre existe, il faut de plus qu'elle lui soit directement opposée ; le corps oscillera donc jusqu'à ce que sa ligne de direction passe par le point d'appui ; il sera alors entre deux forces égales et directement opposées, et l'équilibre sera établi. On voit que la même verticale passe par le point d'appui et le centre de gravité : ce qui fournit un moyen simple d'obtenir mécaniquement sa position.

On suspend par un de ses points le corps dont on veut connoître le centre de gravité, on marque la verticale qui passe par ce point, en la supposant prolongée dans l'intérieur du solide ; on opère de même sur un autre point, et l'on a ainsi deux lignes, sur lesquelles doit se trouver le centre de gravité ; leur intersection en fera connoître la position.

On peut encore mettre le corps en équilibre sur l'arête d'un prisme, alors le centre de gravité doit être dans le plan vertical mené par cette arête, pour que la ligne de direction passe par un des points d'appui. Si on répète la même chose dans trois positions différentes, on aura trois plans qui se couperont, puisque tous contiennent le centre de gravité, et leur intersection commune en déterminera la position.

Nous allons maintenant décrire

quelques phénomènes, dont l'explication se tire très-facilement des principes que nous venons d'exposer.

1°. Certains corps, posés sur un plan incliné, roulent, tandis que d'autres ne font que glisser sur sa surface.

Si la ligne de direction du corps passe par sa base, c'est-à-dire, par la partie qui est en contact avec le plan incliné, la résistance de ce plan oblige la puissance qui agit sur lui obliquement, à se décomposer en deux forces, l'une perpendiculaire au plan, et l'autre parallèle, qui fait glisser le corps sur le plan incliné. Mais si la ligne de direction ne passe pas par la base, l'action de la pesanteur ne se décompose plus, elle est employée toute entière à faire tomber le corps vers la terre, en le faisant tourner autour de son point d'appui, de sorte qu'il roule le long du plan.

2°. Si l'on place sur deux règles, qui font un angle, et qui sont un peu élevées aux extrémités opposées à cet angle, un solide composé de deux cônes réunis par leurs bases; il roule sur ces règles et s'élève vers leur partie supérieure. Il semble d'abord contraire aux lois de la pesanteur, qu'un corps monte de lui-même sur un plan incliné; mais les deux règles s'écartant continuellement l'une de l'autre, le solide s'appuie sur des points qui s'approchent de plus en plus des extrémités de son axe; d'où il résulte que son centre de gravité descend réellement, lorsqu'il paroît s'élever. On peut d'ailleurs s'assurer, que la ligne de direction rencontre le plan des deux règles au-dessus des points de contact; d'où il suit que le solide doit se mouvoir vers le haut du plan.

3°. Les fameuses tours de Pise et de Bologne ont une stabilité suffisante, quoique la première, élevée de 46 mètres (environ 142 pieds), soit inclinée de 5 mètres (environ 15 pieds); et que la seconde ait 3 mètres (environ 9 pieds) d'inclinaison, sur 43 mètres (132 pieds) de hauteur. L'architecte a su ménager tellement la disposition des parties, que les lignes de direction de ces tours passent par leurs bases, en sorte que l'inclinaison de la tour ne fatigue nullement ses fondations.

4°. C'est pour que sa ligne de direction passe par sa base, qu'un homme se penche en avant lorsqu'il porte un fardeau sur son dos, et qu'il se penche en arrière lorsqu'il le tient entre ses bras; dans sa situation habituelle, la position de son centre de gravité, situé entre l'os pubis et les fesses, fait que la ligne de direction de l'homme passe constamment par ses pieds.

5°. On conçoit facilement le mécanisme de ces petits hommes de bois, qui se tiennent dans toutes les positions où on veut les mettre : un contre-poids placé vers leurs pieds fait que leur centre de gravité coïncide avec le point d'appui. On construit aussi de petits automates creux; et on met un peu de mercure dans leur intérieur. Ce fluide passant des pieds à la tête, change leur centre de gravité et les force à cabrioler le long d'un escalier.

La détermination exacte du centre de gravité, est d'une nécessité absolue dans toutes les questions relatives à l'équilibre, ou au mouvement des corps; parce qu'on peut toujours regarder leur poids comme concentré dans ce point. La méthode que nous avons donnée ne peut être mise en usage que pour de très-petits corps; elle a d'ailleurs l'inconvénient que l'on

ne peut y appliquer le calcul ; nous croyons donc devoir, à l'aide de la géométrie, en donner une plus générale.

Nous supposerons dans la suite que les corps sur lesquels on opère sont homogènes, c'est-à-dire, composés de parties également pesantes. Cette homogénéité n'existe pas dans la nature, mais la plupart des corps en approchent assez pour que cette supposition soit permise.

Si un corps homogène est composé de parties, disposées symétriquement deux à deux autour d'une ligne ou d'un plan ; la somme des momens des parties situées d'un côté de cette ligne ou de ce plan, par rapport à la ligne ou au plan même, est égale à la somme des momens des parties situées de l'autre côté (*Voyez* Moment) ; donc le corps sera en équilibre autour de cette ligne ou de ce plan, qui par conséquent contiendra son centre de gravité. On voit aussi que si le corps étoit symétrique par rapport à un point, la somme des momens pris de ce point seroit nulle, et conséquemment il seroit le centre de gravité.

Il suit de là que le centre de gravité d'une ligne droite est au milieu de sa longueur, que celui d'un cercle ou de sa circonférence est au centre de sa figure, ainsi que celui d'une sphère ou de sa surface ; que celui d'un parallélogramme ou d'un parallélipipède est au point où se coupent les diagonales menées par des angles opposés ; il en est de même pour plusieurs autres figures.

Cherchons maintenant le centre de gravité d'un triangle ABC (*pl.* 3, *fig.* 16). Pour cela, je mène la ligne AD, du sommet A au point D, milieu de la base ; cette ligne divise en deux parties égales toutes celles qui sont parallèles à BC ; donc le triangle ABC est symétrique par rapport à AD, et le centre de gravité se trouve sur cette ligne. Si on mène du point C la ligne CE au milieu du côté opposé AB, on voit qu'elle contiendra aussi le centre de gravité. Ce point devant être à la fois sur AD et CE est à leur intersection commune en F. Menons ED, les triangles semblables DEF, AFC donnent AC : DE : : AF : FD ; mais AC est double de DE, donc AF est aussi double de DF, et par conséquent le centre de gravité d'un triangle est aux deux tiers de la droite menée du sommet au milieu de la base.

Pour trouver le centre de gravité d'un polygone rectiligne quelconque, il faut le décomposer en triangles par des lignes tirées du sommet d'un de ses angles ; on cherche ensuite le centre de gravité de chaque triangle, ce qui réduit le système à autant de forces qu'il y a de triangles, appliquées au centre de gravité de chacun d'eux. La grandeur de ces résultantes partielles est égale au poids de chaque triangle, qui est mesuré par sa surface, puisque le polygone est homogène ; on obtiendra donc facilement le centre de gravité, soit par la composition des forces, soit par le théorème des momens. (*Voyez* Moment.)

Si l'on veut avoir le centre de gravité d'une pyramide triangulaire SABC (*pl.* 3, *fig.* 17), il faut de l'angle C de la face ABC, mener CD au milieu du côté opposé ; prendre le point E aux deux tiers de CD, et joindre SE. Le point E étant le centre de gravité du triangle ABC, il est facile de faire voir que celui de toute section parallèle à la base se trouve sur la ligne SE, donc celui de la pyramide se trouve aussi sur cette ligne.

Menons du sommet S la ligne SD au milieu de la base du triangle SAB, prenons $DF = \frac{1}{3}SD$, et tirons CF; on prouvera de même que le centre de gravité est sur CF. Les lignes SE, CF se coupent, puisqu'elles sont dans le même plan SDC, et leur intersection G est le point cherché.

En joignant EF, les triangles semblables EFG, SGC donnent EF : SC :: EG : SG, mais SC est triple de EF, donc SG = 3 EG. Ainsi le centre de gravité d'une pyramide triangulaire, est aux trois quarts de la ligne, qui joint son sommet avec le centre de gravité de sa base. Le même énoncé peut servir pour une pyramide quelconque, comme il est facile de s'en assurer.

Pour trouver le centre de gravité d'un polièdre, il faut le décomposer en pyramides, et opérer sur les solides comme nous l'avons indiqué pour les surfaces.

La somme des momens de toutes les forces qui sollicitent un corps est égale au moment de la résultante (*Voyez* Moment), c'est à-dire, au poids du corps multiplié par la distance du centre des momens au centre de gravité; donc on obtiendra cette distance en divisant la somme des momens par le poids total. C'est en appliquant le calcul différentiel et intégral à ce résultat, que nous trouverons, pour déterminer le centre de gravité, un moyen simple, qui a d'ailleurs l'avantage de s'appliquer aux figures terminées par des courbes ou des surfaces courbes, dont l'équation est connue.

Supposons qu'on veuille avoir le centre de gravité d'une ligne droite, dont la longueur est x; si nous la supposons augmentée de dx, le moment de dx rapporté au commencement de la ligne sera xdx, qui représente la différentielle de la somme des momens, donc cette somme est $\frac{x^2}{2} + \text{const}$; mais en faisant $x = 0$, la somme des momens est aussi 0; donc la constante est nulle, et la distance du commencement de la ligne à son centre de gravité est $\frac{\frac{x^2}{2}}{x} = \frac{x}{2}$, ce qui étoit facile à prévoir.

Soit une parabole dont l'équation est $y^2 = px$, et soit proposé de trouver le centre de gravité de la partie MAM' (*pl.* 3, *fig.* 18), comprise entre le sommet et la double ordonnée MM'. Faisons AP$=x$, et supposons cette abscisse augmentée de P$p=dx$; la surface MM'$m'm$ est la différentielle de l'aire de la courbe, et son moment pris relativement au point A, est la différentielle de la somme des momens. Cela posé, l'équation de la parabole donne PM$=y=p^{\frac{1}{2}}x^{\frac{1}{2}}$, donc MM'$m'm = 2p^{\frac{1}{2}}x^{-\frac{1}{2}}dx$ et son moment est $2p^{\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}}dx$; d'où il suit que les distances du point cherché à l'origine des coordonnées est

$$\frac{\int 2p^{\frac{1}{2}}x^{\frac{1}{2}}dx}{\int 2p^{\frac{1}{2}}x^{-\frac{1}{2}}dx} = \frac{\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} + \text{const.}}{\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} + \text{const.}}$$

Les deux constantes sont nulles, puisque le numérateur et le dénominateur s'anéantissent par la supposition de $x=0$; ainsi la distance dont il s'agit est $\frac{\frac{2}{5}x^{\frac{5}{2}}}{\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}}} = \frac{3}{5}x$. Ce qui nous apprend que le centre de gravité de la portion de parabole proposée est aux $\frac{3}{5}$ de son axe, à partir du sommet.

mais comme la somme des forces qui sollicitent le système est toujours la même, il faut que la somme des mouvemens perdus soit égale à celle des mouvemens acquis, ou que la somme des mouvemens perdus soit nulle, en regardant les uns comme positifs et les autres comme négatifs.

Représentons par A, B, C, les masses des trois corps, par a, b, c, leurs distances au point de suspension, et par α, β, γ, les vitesses initiales qu'ils perdent; les quantités de mouvement perdues seront $A\alpha$, $B\beta$, $C\gamma$, qui doivent se faire équilibre; donc la somme de leurs momens pris du point S est nulle, et comme leurs distances respectives à ce point sont a, b, c, on aura

$$A a\alpha + B b\beta + C c\gamma = o.$$

Soit f la vitesse que le point A, assujetti au système, reçoit dans le premier instant; comme tous les points décrivent des arcs semblables, leurs vitesses initiales sont proportionnelles aux distances du centre de suspension, donc celle de B sera $\frac{bf}{a}$ et celle de C sera $\frac{cf}{a}$. Mais la vitesse perdue par chaque corps est égale à la vitesse qu'il devroit avoir, moins celle qu'il a réellement, donc

$$\alpha = gm - f,\ \beta = gn - \frac{bf}{a},\ \gamma = gp - \frac{cf}{a};$$

d'où il suit, en substituant dans l'équation précédente,

$$Aa\left(gm - f\right) + Bb\left(gn - \frac{bf}{a}\right) + Cc\left(gp - \frac{cf}{a}\right) = o.$$

Multipliant les deux membres par a, et tirant la valeur de f, il vient

$$f = \frac{g\left(Aa^2m + Babn + Cacp\right)}{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}.$$

Des points A, B, C, menons AI, BK, CL perpendiculaires sur SL, et du centre de gravité H du système, abaissons HG perpendiculaire sur la même ligne. La somme des momens des poids A,B,C, rapportés au point S est égale au moment de leur résultante, qui passe pas le point H, donc

$$A.\ AI + B.\ BK + C.\ CL = (A + B + C)\ HG.$$

Les triangles SAI, SBK, SCL, SHG donnent, en faisant SH $= h$ et le sinus de l'angle HSG égal à r,

$$AI = AS\ sin\ ASI = am,\ BK = BS\ sin\ BSK = bn,\ CL = CS\ sin\ CSL = cp,$$
$$HG = SG\ sin\ GSH = hr,$$

mettant donc à la place de ces lignes leurs valeurs dans l'équation qui précède, on a $Aam + Bbn + Ccp = (A+B+C)\,hr$, d'où il résulte

$$f = \frac{ga\,(A+B+C)\,hr}{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}.$$

Cherchons actuellement la position du point, dont la liaison invariable avec le système ne change pas la vitesse. Nommons x sa distance au centre de suspension, et s le sinus de l'angle que la verge qui le retient à ce point fait avec la verticale; sa force accélératrice, lorsqu'il se meut seul, est gs; dans le cas contraire, elle est proportionnelle à sa distance du point S, et conséquemment égale à $\frac{x}{a}f$; mais ces deux forces ou vitesses initiales doivent être égales, donc $\frac{x}{a}f = gs$, ou mettant à la place de f sa valeur,

$$\frac{(A+B+C)\,ghrx}{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2} = gs.$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}{(A+B+C)\,h}\cdot\frac{s}{r}.$$

Pour que le point cherché soit le centre d'oscillation, il ne suffit pas que ces deux vitesses soient égales dans le premier instant, elles doivent l'être dans tous ceux de la chute; donc x restant le même, cette équation doit avoir lieu, quel que soit la position du point cherché et celle du centre de gravité, relativement à la verticale, c'est-à-dire, quel que soit s et r, le rapport $\frac{s}{r}$ est donc constant, et par conséquent on a en même temps $r = 0$, $s = 0$, ce qui signifie que le centre d'oscillation, le centre de gravité et le point de suspension sont sur la même droite. Il résulte de là que $s = r$ et que $x = \frac{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}{(A+B+C)\,h}$.

Le même raisonnement s'appliqueroit à un plus grand nombre de poids; donc, pour avoir le centre d'oscillation d'un système de corps, il faut multiplier le poids de chacun d'eux par le carré de sa distance au point de suspension, diviser la somme de ces pruduits par la somme des poids multipliée par la distance du centre de gravité au centre de suspension, et le quotient exprimera la distance de ce dernier point au centre d'oscillation; il est d'ailleurs situé sur la droite qui joint le point de suspension avec le centre de gravité, ainsi sa position se trouve exactement déterminée.

Pour trouver, d'après cela, le centre d'oscillation d'une droite suspendue par une de ses extrémités, il faut regarder tous ses points comme sollicités par de petits poids, qui forment ensemble un pendule composé. Soit x la longueur de la ligne, et supposons-la augmentée de dx, le poids de la partie ajoutée multiplié par le carré de sa distance est $x^2\,dx$, qui représente la différentielle de la somme de tous les petits poids, multipliés respectivement par le carré de leur distance au centre de suspension, cette somme est donc $\frac{x^3}{3}$ + const, ou simplement $\frac{x^3}{3}$, puisque la fonction

cherchée devient nulle, lorsque $x=o$. La somme des petits poids est égale à x, en supposant la ligne homogène, la distance du centre de gravité au point de suspension est $\frac{x}{2}$; donc la distance de celui-ci au centre d'oscillation est $\frac{\frac{x^3}{3}}{x.\frac{x}{2}} = \frac{2}{3}x$, c'est-à-dire, que le point cherché est aux deux tiers de la droite.

Proposons-nous pour second exemple le triangle isocèle ABC (*pl.* 3, *fig.* 20), qui tourne autour de l'axe EF situé dans son plan, et perpendiculaire à sa hauteur AD. Représentons par a la tangente de l'angle DAC, par x la hauteur AP d'une portion quelconque du triangle, PM sera égal à ax et MM' à $2ax$; et si la hauteur est augmentée de $Pp=dx$, l'aire ou le poids du rectangle M'Mmm' sera $2axdx$, qui, multiplié par x^2, donne $2ax^3dx$ pour la différentielle de la somme de tous les élémens multipliés par le carré de leurs distances à l'axe EF; cette somme est donc

$$\int 2ax^3dx = \frac{2ax^4}{4} + \text{const} = \frac{2ax^4}{4},$$

puisque la constante est nulle. Le poids du triangle est d'ailleurs égal à AP, PM ou ax^2, et la distance de son centre de gravité à l'axe est $\frac{2}{3}x$; donc la distance du point A au centre d'oscillation est $\frac{\frac{2ax^4}{4}}{ax^2.2x} = \frac{3}{4}x$.

La recherche dont nous nous occupons ne sert ordinairement qu'à faire connoître la longueur du pendule simple qui feroit ses vibrations dans le même temps que le pendule composé; si cependant on vouloit avoir la position du point qui ne gagne ni ne perd de sa vitesse, nous avons démontré qu'il est sur la ligne qui joint le centre de gravité au point de suspension; ainsi le centre d'oscillation du triangle proposé est aux trois quarts de sa hauteur.

Soit enfin le triangle isocèle ABC, (*pl.* 3, *fig.* 21), qui oscille autour de l'axe EF perpendiculaire à son plan. Ce problème diffère de celui qui précède en ce que les points de la ligne MM' ne sont plus à égale distance de l'axe. Faisons les mêmes suppositions que plus haut, et en outre $PN = z$, $Nn = dz$; le produit de dz par le carré de sa distance au point A est $\overline{AN}^2.dz$ ou $(x^2+z^2)dz$; donc la somme de tous les produits qui regardent la ligne PN est

$$\int (x^2+z^2)\,dz = x^2z + \frac{z^3}{3}.$$

Mettons ax à la place de z, nous aurons $ax^3 + \frac{a^3x^3}{3}$ pour la somme des produits des élémens de PM par le carré de leurs distances, ou $2ax^3 + \frac{2a^3x^3}{3}$ pour MM', et $\left(2ax^3 + \frac{2a^3x^3}{3}\right)dx$ pour le rectangle Mmm'M'; la somme des produits cherchés est donc pour le triangle AM'M

$$\int \left(2ax^3 + \frac{2a^3x^3}{3}\right)dx = \frac{2ax^4}{4} + \frac{2a^3x^4}{12} + \text{const} = \frac{2ax^4}{4} + \frac{2a^3x^4}{3}$$

Mais le poids du triangle multiplié par la distance de son centre de gravité à l'axe, est toujours $ax^2 \cdot \frac{2x}{3}$, donc la distance de l'axe au centre de l'oscillation est

$$\frac{\frac{2ax^4}{4} + \frac{2a^2x^4}{12}}{\frac{2}{3}ax^3} = \frac{3}{4}x + \frac{a^2x}{4}.$$

On peut donner une autre forme à ce résultat, en supposant $MM' = y = 2ax$, d'où $a = \frac{y}{2x}$, il vient alors pour la distance cherché $\frac{3}{4}x + \frac{y^2}{16x}$. Le centre d'oscillation est toujours sur la ligne AD.

Les pendules sont ordinairement composés de plusieurs verges de différens métaux (*Voyez* Pendules); pour trouver leur centre d'oscillation, on cherche séparément celui de chaque verge, et on se sert ensuite du théorème que nous avons démontré plus haut, en ayant égard à la densité.

CENTRE DE PERCUSSION. C'est le point dans lequel toute la force de percussion d'un mobile est supposée ramassée. (*Voyez* Percussion.)

Voici les lois principales qui regardent le centre de percussion, 1°. lorsque le corps frappant circule autour d'un point fixe, le centre de percussion se confond avec le centre d'oscillation, et il se détermine de la même manière. (*Voyez* Centre d'oscillation.) 2°. Lorsque toutes les parties du corps frappant se meuvent avec la même vitesse et suivant des directions parallèles, le centre de percussion est le même que le centre de gravité. (*Voyez* Centre de gravité.)

CENTRE PHONIQUE. (Terme d'acoustique.) C'est le lieu où celui qui parle doit se placer dans les échos articulés qui répètent plusieurs syllabes. (*Voyez* Écho.)

CENTRE PHONOCAMPTIQUE. C'est le lieu, ou l'obstacle qui réfléchit les rayons sonores. (*Voyez* Echo.)

CENTRE DE ROTATION. C'est le point autour duquel un corps circule; ce centre est le même que le centre de mouvement. Par exemple, dans un pendule, le centre de mouvement peut être appelé son centre de rotation; car, quoique le pendule ne circule pas, du moins il oscille; or, circuler ou osciller c'est la même chose, relativement à ce centre, à une différence près que voici: circuler, c'est décrire autour d'un point un cercle entier; osciller, c'est ne décrire qu'une portion de ce cercle.

CENTRE SPONTANÉ DE ROTATION. *Jean Bernouilli* a donné ce nom au point autour duquel tourne un corps qui a été en liberté, et qui a été frappé suivant une direction qui ne passe pas par son centre de gravité. *Bernouilli* l'a appelé *centre spontané*, comme qui diroit *centre volontaire de rotation*, pour le distinguer du *centre de rotation forcé*. Le point de suspension d'un pendule, par exemple, est un centre de rotation forcé, parce que toutes les parties du pendule sont forcées de tourner autour de ce point, autour duquel elles ne tourneroient pas, si ce point n'étoit pas fixe et immobile. Au contraire, le point autour duquel tourne un corps qui a été en liberté et qui est frappé suivant une direction qui ne passe pas par son

centre de gravité ; ce point, dis-je, est un centre spontané, parce que le corps tourne autour de ce point, quoiqu'il n'y soit point attaché.

CENTRIFUGE (Force). *Voyez* Force centrifuge.

CENTRIPÈTE (Force). *Voyez* Force centripète.

CÉPHÉE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, qui est située sous la queue de la petite Ourse, à côté du Dragon. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. Cette constellation demeure toujours sur notre horizon, et ne se couche jamais par rapport à nous.

CERBÈRE. C'est le nom d'une des onze nouvelles constellations formées par *Hévélius* et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage, qui a pour titre *Firmamentum Sobieskianum*, dans lequel il a représenté la figure de cette constellation.

CERCLE ÉQUINOXIAL. C'est la même chose que l'équateur. (*Voy.* Équateur.)

CERCLE GALVANIQUE. Pour faire naître les effets du galvanisme, il faut établir une communication entre deux points de contact, plus ou moins distans entre eux, dans une suite d'organes nerveux ou musculaires ; d'où il résulte que tout le système de cette communication représente, au moment de l'action, un cercle entier que je nomme *cercle galvanique*. Il est divisé en deux parties, dont les intersections sont aux deux points de contact ; l'une de ces parties s'appelle *arc animal*, et l'autre *arc excitateur*. (*Voyez* les mots Arc animal, Arc excitateur.)

CERCLES DE DÉCLINAISON. C'est ainsi qu'on nomme de grands cercles qui, passant par les pôles du monde, sont perpendiculaires à l'équateur, et le coupent en deux points diamétralement opposés.

Ces cercles sont les mêmes que les méridiens et les cercles horaires ; les dénominations différentes qu'on leur donne sont relatives aux usages différens auxquels on les destine. Sous le nom de *cercles de déclinaison*, ils sont employés à mesurer la déclinaison des astres, c'est-à-dire, leur distance à l'équateur, et celle-ci a pour mesure l'arc du cercle de déclinaison compris entre l'équateur et le centre même de cet astre. Si cet arc est de 30 degrés, on dit que l'astre a 30 degrés de déclinaison ; si l'astre est situé entre l'équateur et le pôle nord, sa déclinaison est septentrionale ; s'il est placé entre l'équateur et le pôle sud, sa déclinaison est méridionale. Tous les astres ont une déclinaison tantôt septentrionale, tantôt méridionale. Quant aux autres usages de ces cercles, voyez les mots Méridien et Cercles horaires.

CERCLES DE LA SPHÈRE. Ce sont des cercles qu'on a imaginés pour expliquer les phénomènes célestes, et auxquels il est nécessaire de rapporter les astres, afin qu'ils puissent remplir l'objet de leur destination.

On en compte six grands et quatre petits ; les grands sont le *méridien*, l'*horizon*, l'*équateur*, l'*écliptique*, le *colure des solstices* et le *colure des équinoxes*. Le centre du monde est le centre commun de tous ces cercles. (*Voyez* Méridien, Horizon, Equateur, Ecliptique, Colures et Sphère.) Les quatre petits cercles sont les deux tropiques et les deux

cercles polaires. Ces quatre petits cercles sont parallèles à l'équateur; les deux tropiques en sont éloignés de 23 degrés et demi, et sont situés, l'un dans l'hémisphère septentrional, l'autre dans l'hémisphère méridional. Les deux cercles polaires, situés chacun au voisinage des pôles, sont chacun aussi éloignés du pôle auquel ils répondent, que les tropiques le sont de l'équateur, c'est-à-dire, de 23 degrés et demi. (*Voyez* les mots TROPIQUES et CERCLES POLAIRES.)

CERCLES DE LATITUDE. Ce sont de grands cercles qui, passant par les pôles de l'écliptique, lui sont perpendiculaires et le coupent en deux points diamétralement opposés. On leur a donné le nom de *cercles de latitude*, parce qu'ils servent à mesurer la latitude des astres, ou, ce qui est la même chose, leur distance à l'écliptique. Ainsi la latitude d'un astre se mesure par l'arc du cercle de latitude qui passe par le centre de l'astre, et qui est compris entre le centre même de cet astre et l'écliptique; si cet arc est de dix degrés, on dit que l'astre a dix degrés de latitude; elle est septentrionale ou méridionale, suivant que l'astre se trouve placé entre l'écliptique et le pôle nord ou sud.

La latitude des astres est bien différente de la latitude des lieux pris sur la surface de la terre; celle-ci est la distance de tel ou tel lieu à l'équateur, mesurée ou vers le midi ou vers le nord; elle se mesure sur de grands cercles qui, passant par les pôles du monde, sont perpendiculaires à l'équateur, et le coupent en deux points diamétralement opposés. (*Voy.* LATITUDE.)

CERCLES DE LONGITUDE. Ce sont des cercles parallèles à l'écliptique, qui diminuent de diamètre à mesure qu'ils s'en éloignent; ils ont reçu le nom de cercles de longitude, parce qu'ils servent à mesurer la longitude des astres, ou, ce qui est la même chose, leur distance au premier point du signe du Bélier. La longitude d'un astre se mesure donc par l'arc du cercle de longitude passant par le centre de l'astre, qui est compris entre le centre même de cet astre et le point de ce cercle, qui répond perpendiculairement au premier point du signe du Bélier. (*Voyez* LONGITUDE DES ASTRES.)

La longitude d'un astre diffère de la longitude d'un lieu pris sur la surface de la terre; celle-ci est la distance de ce lieu au premier méridien. (*Voyez* LONGITUDE.)

CERCLES HORAIRES. Ce sont de grands cercles qui, passant par les pôles du monde, sont perpendiculaires à l'équateur et le coupent en deux points diamétralement opposés.

Ils servent à mesurer la distance des astres par rapport au méridien d'un observateur, et par là indiquent l'heure qu'il est. C'est ce qui leur a mérité le nom de cercles horaires, car ils ne diffèrent des méridiens et des cercles de déclinaison que parce qu'ils servent à des usages différens; ainsi la distance d'un astre au méridien d'un observateur se mesure par l'arc de l'équateur, ou d'un cercle parallèle à l'équateur, compris entre le cercle horaire qui passe par le centre de l'astre, et le méridien de l'observateur.

CERCLES PARALLÈLES. C'est ainsi qu'on nomme des cercles plus petits que l'équateur, et qui lui sont parallèles.

Tous les corps célestes paroissent circuler autour de nous dans l'espace de vingt-quatre heures, sur deux points qu'on nomme *pôles*, et la ligne qui joint ces points s'appelle axe du monde; d'où il suit que tous les points situés dans l'équateur décrivent un grand cercle, dont le centre est dans l'axe du monde; mais les points qui sont plus près des pôles décrivent des cercles plus petits, dont le centre est dans l'axe du monde; ce sont ces petits cercles qu'on nomme les parallèles à l'équateur, ou simplement les parallèles. Chaque point du ciel situé hors de l'équateur décrit donc un parallèle, dont le diamètre diminue à mesure que le point est plus distant de l'équateur.

Le méridien coupe l'équateur et tous ces parallèles en deux parties égales (*voyez* MÉRIDIEN), mais ils ne sont pas toujours coupés en deux parties égales par l'horizon; cela n'arrive que dans la sphère droite, c'est-à-dire, dans celle où l'horizon est perpendiculaire à l'équateur; mais dans la sphère parallèle où l'équateur se trouve dans le plan même de l'horizon, tous les parallèles situés depuis l'équateur jusqu'au pôle supérieur se trouvent tout entiers au-dessus de l'horizon, tandis que ceux qui sont entre l'équateur et le pôle inférieur se trouvent tout à fait au-dessous; et dans la sphère oblique où l'équateur et tous les parallèles sont obliques à l'horizon, quelques-uns de ces parallèles se trouvent entièrement sur l'horizon, tandis que d'autres sont tout à fait au-dessous, et les parallèles intermédiaires sont coupés par l'horizon en deux parties inégales; de manière que les astres situés dans les parallèles qui sont entièrement au-dessus de l'horizon ne se couchent jamais, tandis que les astres placés dans les parallèles qui sont tout à fait au-dessous de l'horizon ne se lèvent jamais; et les astres situés dans les parallèles que l'horizon coupe en parties inégales, demeurent sur l'horizon d'autant plus long-temps que la portion de leur parallèle qui se trouve sur l'horizon est plus grande. (*Voyez* SPHÈRE.)

CERCLES POLAIRES. Ce sont deux des petits cercles de la sphère parallèles à l'équateur, et qui en sont distans, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, de 66 degrés 30 minutes. Celui qui est situé du côté du pôle boréal se nomme *cercle polaire arctique*, et celui qui se trouve du côté du pôle austral a reçu le nom de *cercle polaire antarctique*. (*Voyez* SPHÈRE.)

CERCLES VERTICAUX. C'est ainsi qu'on nomme de grands cercles de la sphère qui, passant par le Zénith et le Nadir, sont perpendiculaires à l'horizon et le coupent en deux points diamétralement opposés. (*Voy.* VERTICAUX.)

CÉRÈS. Nouvelle planète dont on doit la découverte à *Piazzi*; sa distance moyenne du soleil est 2,77; le rapport de l'excentricité à la distance moyenne est 0,079; l'inclinaison de son orbite est 10 degrés 37 minutes; son temps périodique est quatre ans sept mois dix jours; le diamètre est, suivant *Herschell*, de 54 lieues (27 myriamètres).

L'extrême petitesse de Cérès, jointe à la grande inclinaison de son orbite, a porté *Herschell* à regarder cet astre comme d'une espèce intermédiaire entre les planètes et les comètes; et comme il a quelques traits de

ressemblance avec les petites étoiles, dont on a peine à le distinguer même avec de bons télescopes, il lui a donné, ainsi qu'à *Pallas*, le nom d'*astéroïdes*.

Les astéroïdes sont donc, suivant *Herschell*, de petits corps célestes qui font leur révolution autour du soleil, dans des orbes elliptiques plus ou moins excentriques, et dont le plan peut être incliné à l'écliptique sous un angle quelconque.

CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE. C'est une espèce de châssis qui se compose de bois et de ficelle; il est couvert de papier, plus long que large, arrondi par un bout, terminé en pointe par l'autre; à son centre est attachée une corde qu'on entoure d'un fil métallique, afin de la rendre meilleur conducteur du fluide électrique; cette machine a une pesanteur spécifique telle qu'elle s'élance avec facilité dans le sein de l'atmosphère, surtout lorsqu'un vent propice favorise son élévation.

Il est naturel de penser que *Franklin* a eu la première idée de la formation du cerf-volant; cependant tous les physiciens s'accordent à attribuer à *Romas* la gloire de cette invention. Le cerf-volant qu'il fit construire pour ses premières expériences avoit 7 pieds 5 pouces (environ 2 mètres et demi) de hauteur, 3 pieds (environ 1 mètre) de largeur sur son plus grand diamètre. *Romas* lança son cerf-volant, après l'avoir élevé de 200 mètres (environ 600 pieds) au-dessus de la surface de la terre, à l'aide d'une corde entourée d'un fil métallique, à l'extrémité inférieure de laquelle étoit fixée un cordon de soie, afin d'isoler la corde et le cerf-volant; à l'autre extrémité du cordon étoit attaché un pendule, dont le poids étoit une grosse pierre, qui étoit placé au-dessous d'un auvent d'une maison, et qui étoit destiné à gouverner le cerf-volant, lorsque la force du vent changeoit. *Romas* joignit de plus à la corde du cerf-volant, près du cordon de soie, un tuyau de fer blanc d'un pied de longueur (environ 3 décimètres et demi) et d'un pouce (27 millimètres) de diamètre pour y exciter des étincelles, lorsque le cerf-volant et sa corde seroient électrisés. Afin d'éviter le danger qu'on court en pareil cas, si l'on excite les étincelles avec la main, ou avec un corps conducteur quelconque qu'on tiendrait à la main, *Romas* imagina un petit instrument composé d'un tube de verre, à une des extrémités duquel il fixa un tube de fer blanc, duquel pendoit une chaîne de fil d'archal assez longue pour toucher la terre, lorsqu'on exciteroit les étincelles; ce qui lui fit donner à cet instrument le nom d'*excitateur*. (*Voyez* le mot EXCITATEUR.)

C'est avec cet appareil que *Romas* obtint des effets bien propres à exciter de la surprise; les étincelles qu'il tiroit étoient des traits de lumière qui avoient 8 pouces (216 millimètres) de longueur, 4 à 5 lignes (environ 10 ou 11 millimètres) de diamètre, et dont le craquement se faisoit entendre à une grande distance. Les effets électriques furent bien plus étonnans dans une seconde expérience qu'il fit avec le même cerf-volant, le 16 août 1757, pendant un orage qui ne fut marqué ni par les éclats de la foudre, ni par une pluie abondante. *Romas* en fit part à l'académie des sciences, par une lettre écrite à *Nollet*, le 26 août, dans laquelle il s'exprime en ces termes: «Imaginez-vous

» de voir des lames de feu de neuf ou » dix pieds de longueur et d'un pouce » de grosseur, qui faisoient autant ou » plus de bruit que des coups de pistolet; » en moins d'une heure, j'obtins cer- » tainement trente lames de cette di- » mension, sans compter mille autres » de sept pieds et au-dessous. Mais ce » qui me donna le plus de satisfaction » dans ce nouveau spectacle, c'est que » les plus grandes lames furent spon- » tanées, et que malgré l'abondance » du feu qui les formoit, elles tom- » bèrent constamment sur le corps non » électrique le plus voisin. Cette cons- » tance me donna tant de sécurité, » que je ne craignis pas d'exciter ce » feu avec mon excitateur, dans le » temps même que l'orage étoit assez » animé; et il arriva que lorsque le » verre dont cet instrument est cons- » truit n'eut que deux pieds de long, » je conduisis où je voulus, sans sentir » à ma main la moindre commotion, » des lames de feu de six à sept pieds, » avec la même facilité que je con- » duisois des lames qui n'avoient que » sept à huit pouces. » (*Voyez* les Mémoires présentés à l'académie par divers savans, tom. IV, pag. 514.).

Lorsque l'orage est formé, lorsque la foudre éclate, et que la pluie est abondante, il est dangereux de lancer le cerf-volant, parce qu'il faut pour cette manœuvre tenir nécessairement la corde. Pour éviter cet inconvénient, *Romas* a fait construire un petit charriot qui développe la corde du cerf-volant aussi vite ou aussi lentement que l'on veut; le développement étant achevé, le cerf-volant se trouve isolé par le secours d'une corde de soie aussi longue qu'on le juge à propos, et qui est attachée d'une part à l'extrémité inférieure de la corde du cerf-volant, et de l'autre à la bobine du petit charriot. (*Voyez* CHARRIOT ÉLECTRIQUE.)

CHALEUR. Le mot *chaleur* a été pris jusqu'ici sous des acceptions différentes. Les uns lui faisoient exprimer la sensation que nous fait éprouver le contact, ou du moins la présence d'un corps chaud; suivant plusieurs autres, le mot *chaleur* désigne la cause, quelle qu'elle soit, qui fait naître la sensation.

Convaincus qu'une science n'est qu'une véritable langue, que perfectionner la langue d'une science c'est perfectionner la science elle-même; enfin, que l'abus des mots est la source la plus féconde des erreurs, les physiciens modernes ont senti la nécessité de mettre beaucoup de précision dans le langage, et surtout de ne jamais confondre sous la même dénomination un effet et la cause qui lui donne naissance. Nous emploierons donc le mot *chaleur* pour exprimer exclusivement la sensation, dont la cause, quelle qu'elle soit, a reçu le nom de calorique. (*Voyez* le mot CALORIQUE.) Cette cause nous est encore inconnue; il est possible qu'elle consiste, comme le prétendent, avec *Bacon* et *Boyle*, plusieurs célèbres physiciens, dans un mouvement vibratoire excité dans les molécules dont les corps se composent; peut-être n'est-elle autre chose qu'un fluide extrêmement délié. J'adopte cette dernière hypothèse, parce qu'elle se plie avec plus de facilité aux phénomènes; aucun, parmi ceux même que *Rumford* vient de publier sur ce sujet, ne me paroît lui résister de manière à déterminer son abandon. (*Voyez* au mot CALORIQUE, l'article V, qui traite des phénomènes

qui paroissent contrarier l'existence du calorique.)

Dans cette hypothèse, le calorique ou la cause de la chaleur est un fluide qui, comme tous les fluides, jouit de la propriété de se mettre en équilibre avec lui-même dans un système de corps, et cet équilibre, sans cesse rompu et sans cesse renaissant dans la nature, n'existe véritablement que lorsque tous les corps dont le système se compose ont pour le calorique une attraction parfaitement égale. (*Voy.* le mot CALORIQUE, article Ier.)

Il suit de là 1°. que si le calorique est en équilibre avec lui-même dans un système de corps, aucun des corps composans n'est ni chaud, ni froid, par rapport aux autres.

2°. Que le chaud et le froid n'existeroient point dans la nature, si le calorique étoit en équilibre dans tous les corps qui la composent.

3°. Que le chaud et le froid n'ont qu'une existence relative.

4°. Qu'un corps chaud est celui qui a pour le calorique moins d'attraction que celui auquel on le compare.

5°. Qu'un corps froid est celui qui a pour le calorique plus d'attraction que celui auquel on le compare.

Cela posé, si je touche un corps chaud, le calorique passe du corps dans ma main, et sa présence me fait éprouver la sensation que nous appelons chaleur.

Si je touche un corps froid, le calorique passe de ma main dans le corps que je touche, et son absence me fait éprouver la sensation du froid. (*Voy.* les mots CHAUD, FROID, CALORIQUE.)

CHALEUR ANIMALE. Les animaux sont sans cesse plongés dans l'air atmosphérique, et leur température constamment uniforme est presque toujours supérieure à celle du fluide environnant, qui conséquemment leur enlève à chaque instant du calorique. On demande quel est le moyen que leur a donné la nature pour réparer la perte de calorique, déterminée par le contact immédiat et continuel du fluide atmosphérique; et c'est en cela que consiste le phénomène de la chaleur animale.

De tout temps les physiciens se sont occupés de la solution de ce problème.

Hyppocrate regardoit la chaleur animale comme un souffle divin, comme le principe de la vie, comme la nature même.

Le docteur *Mortiner* la faisoit consister dans une espèce d'effervescence excitée entre les parties d'un soufre animal ou phosphore, qu'il suppose tout formé dans les humeurs des animaux, et les molécules aérienes contenues dans ces humeurs.

Le docteur *Donglas* regardoit la chaleur animale comme l'effet du frottement des globules dans les vaisseaux capillaires.

La physique moderne nous offre une explication du phénomène qui nous occupe, d'autant plus satisfaisante, qu'elle est fondée sur des faits qui ne peuvent paroître équivoques.

Un grand nombre d'expériences exactes attestent que le gaz oxigène contient une grande quantité de calorique; d'où il suit que, tandis que dans l'acte de la respiration, la base du gaz oxigène se combine en partie avec l'hydrogène dégagé du sang pour former de l'eau, et en partie avec le carbone tenu en dissolution par l'hydrogène pour former de l'acide carbonique, le

calorique se dégage en abondance. Une portion de ce calorique, abandonné par la base du gaz oxigène, est employée à donner à l'acide carbonique la fluidité aériforme : l'autre portion passe dans le sang pour lui donner le degré de chaleur et de fluidité qui lui conviennent. C'est à ce passage du calorique que nous devons le dédommagement des pertes de ce fluide, que nous ne cessons d'éprouver de la part de l'atmosphère et des corps environnans. (*Voyez* les mots GAZ OXIGÈNE et RESPIRATION).

Cette explication du phénomène de la chaleur animale a été d'abord proposée comme un simple soupçon. Des faits multipliés, des expériences bien constatées n'ont pas tardé à la réaliser. Nous nous bornerons sur cet objet aux observations suivantes, qui nous paroissent décisives.

Première observation. Il n'y a d'animaux chauds dans la nature que ceux qui respirent habituellement.

Deuxième observation. Parmi les animaux qui respirent habituellement, ceux dont les poumons sont plus considérables, relativement à leur volume, ont aussi une plus haute température.

Ces observations, dont aucun physicien ne conteste l'exactitude, suffisent sans doute pour prouver que la chaleur animale dépend de la décomposition du gaz oxigène dans les poumons, et du passage du calorique dans le sang; mais comment la température de chaque individu peut-elle se maintenir au même degré depuis le centre jusqu'aux extrémités?

Pour saisir facilement l'explication de ce phénomène, il est nécessaire de rapprocher quelques principes que nous avons établis en parlant du calorique.

Nous avons vu que pour élever du même nombre de degrés la température de deux corps hétérogènes égaux en masse, il faut presque toujours leur communiquer d'inégales quantités de calorique; et nous nous sommes servis pour exprimer ces différences, de l'expression : *Capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.* Si, par exemple, deux corps égaux en masse ont une température de 10 degrés, et s'il faut, pour les élever à une température de 40 degrés, communiquer à l'un une quantité de calorique double de celle qu'il faut communiquer à l'autre, nous disons alors que la capacité du premier est à celle du second depuis le dixième degré jusqu'au quarantième, comme 2 à 1. Ainsi *la capacité d'un corps pour admettre le calorique entre ses molécules, est une mesure indicative de la quantité de calorique qu'il faut lui communiquer comparativement à celle qu'il faut communiquer à un autre corps égal en masse et ayant la même température, pour les élever, l'un et l'autre, du même nombre de degrés.*

Le docteur *Crawford* a démontré que la capacité du sang artériel est à celle du sang veineux, comme 11,5 sont à 10, à peu près; c'est-à-dire que si, pour élever la température d'un demi-kilogramme (environ une livre) de sang artériel depuis le 0 du thermomètre jusqu'au trentième degré, il faut lui communiquer une quantité de calorique représentée par le nombre 11,5, il faudra, pour produire le même effet dans un demi-kilogramme (environ une livre) de sang veineux, ne lui communiquer

qu'une quantité de calorique représentée par le nombre 10.

A l'aide de ces principes, il sera aisé d'expliquer d'une manière satisfaisante la permanence de température, à-peu-près constante, qu'on observe dans toutes les parties de notre système.

L'attraction de l'hydrogène carboné pour l'oxigène, étant plus forte que les attractions réunies de l'oxigène pour le calorique, et de l'hydrogène carboné pour le sang, le gaz oxigène se décompose pendant l'inspiration, et alors il abandonne une partie de son calorique qui s'unit au sang, dont la capacité se trouve augmentée par la perte d'une portion de son hydrogène carboné; mais le sang artériel, en circulant ensuite, reçoit du système qui est toujours dans un état plus ou moins putrescent, une certaine quantité d'hydrogène carboné, et pendant ce changement, sa capacité se trouvant diminuée, il abandonne une portion du calorique qu'il avoit absorbé dans les poumons. Ce calorique se reporte alors sur les humeurs environnantes, et élève leur température d'une manière à-peu-près uniforme. Ainsi c'est au changement du sang veineux en sang artériel, et ensuite du sang artériel en sang veineux, que nous devons attribuer la permanence de température, presque constante, qu'on observe dans toutes les parties de notre système.

Tâchons d'étendre plus loin les conséquences qu'on peut tirer de ces principes. Le frisson qu'on éprouve au commencement des fièvres, est précédé d'un état de langueur, d'un sentiment de débilité et d'une diminution dans la force de contraction du cœur et des artères. Le pouls étant, dans cette circonstance, plus foible qu'à l'ordinaire, la quantité de sang qui passe dans les poumons dans un temps donné, diminue; il y a donc moins de gaz oxigène décomposé, et conséquemment moins de calorique communiqué à tout le système. Mais bientôt il se forme un spasme à la surface de la peau, le sang se porte au cœur avec abondance, les contractions sont plus fréquentes, la circulation s'accélère, la quantité de gaz oxigène décomposée se trouve augmentée, et la communication du calorique à tout le système suit le même rapport.

Dans les fièvres putrides, il faut ajouter encore à l'accélération de la circulation et de la respiration, l'état putrescent du système, qui augmente la dose d'hydrogène carboné que contient ordinairement le sang veineux. Il est probable que c'est par cette raison que la température du corps humain n'est jamais plus élevée que dans cette espèce de fièvre. Il est bon d'observer que si quelque cause particulière ne diminuoit pas cette grande augmentation de température, l'animal périroit promptement; mais l'évaporation rapide et la communication considérable d'une certaine quantité de calorique à l'air environnant, sont deux moyens que la nature emploie avec succès pour arrêter cet accident.

Lavoisier a cru trouver dans la même cause l'origine de la chaleur qu'occasionne un mouvement violent. Lorsqu'on fait, dit-il, un violent exercice, lorsqu'on porte un pesant fardeau, lorsqu'on gravit une montagne, etc., etc., la circulation du sang est accélérée; il en passe par les poumons une plus grande quantité dans un temps donné: il y a donc une plus grande masse de gaz oxigène décom-

posée, et par conséquent un plus grand dégagement de calorique qui se communique au sang.

Plus ces deux dernières explications sont séduisantes, plus un physicien sage et attentif doit se tenir en garde contre l'écueil dangereux d'une adhésion précipitée. Elles reposent sur des faits dont l'existence est contestée par *Lamétherie*, qui prétend (*Journal de Physique*, cahier de janvier 1791, pag. 26), 1°. que la respiration est souvent beaucoup plus précipitée dans le frisson des fièvres intermittentes que dans l'état naturel; 2°. que la respiration n'est pas plus accélérée lorsqu'on éprouve la chaleur produite par la fièvre ou tout autre exercice violent que dans l'état naturel. Ce conflit de témoignages doit engager les physiciens à vérifier ces faits; et c'est le résultat de cette vérification qui servira à détruire ou à confirmer ces explications ingénieuses.

CHALEUR CENTRALE. On a donné ce nom à la chaleur intérieure de la terre, sans doute parce qu'on croyoit que le foyer qui l'alimente est situé au centre de la planète.

Les physiciens ont d'abord cherché à constater l'existence de la chaleur intérieure du globe.

Des observations multipliées faites depuis un siècle dans les caves de l'Observatoire de Paris, à 84 pieds (environ 28 mètres) de profondeur, attestent qu'à notre latitude la chaleur intérieure de la terre est constamment d'environ 10 degrés.

On sait qu'en Sibérie, à la latitude de 60 à 70 degrés, on trouve en certains endroits la terre constamment gelée à la profondeur de vingt à trente pieds (environ 8 à 10 mètres).

Humbold a observé que sous la zône torride, dans les continens, la chaleur intérieure est de 15 à 16 degrés à d'assez grandes profondeurs.

Les savans français ont trouvé qu'en Egypte la chaleur étoit de 15 à 16 degrés à des profondeurs assez considérables.

Peron a observé la chaleur des mers à différentes profondeurs et à diverses latitudes, et il a trouvé que la chaleur des eaux de la mer diminue toujours à mesure qu'on s'enfonce.

Irving et *Forster* ont obtenu des résultats semblables; d'où *Peron* conclut que dans le fond des hautes mers les eaux sont congelées. Elles se détachent ensuite de ces bas fonds et viennent flotter sur la surface des mers, où elles produisent ces montagnes de glaces qui ont quelquefois plusieurs centaines de pieds au-dessus des eaux et encore plus au-dessous.... La chaleur de notre globe vient donc, suivant *Peron*, uniquement du soleil, et il n'y a point de chaleur centrale.

Descartes et *Leibnitz* pensoient que la terre est un soleil dont la croûte extérieure est tellement obstruée par des masses semblables aux taches du soleil, qu'elles interceptent tout passage à l'air: la combustion ne peut plus avoir lieu, mais le centre a toujours la même chaleur.

Buffon a soutenu que la terre étoit une portion détachée du soleil, qui avoit d'abord la même chaleur que cet astre; mais cette chaleur s'est altérée ensuite et s'altère encore chaque jour.

Lamétherie a sur la chaleur intérieure du globe une opinion bien différente de celles que je viens de rapporter.

Nous n'avons, dit-il (*Journal de*

Physique, nivose an 13), aucune preuve que la terre ait été un soleil encroûté, ni qu'elle ait été détachée de notre soleil, ni qu'il y ait dans son centre des matières en ignition; mais il est certain que le globe terrestre a été liquide, comme le prouvent également et sa figure et la crystallisation des différens corps qui le composent; ce qui suppose une dissolution aqueuse préalable : mais pour dissoudre ces substances l'eau devoit être liquide et avoir une température assez élevée; ce qui a donné aux différentes substances dont le globe se compose, une chaleur primitive qui diminue progressivement, comme il est aisé d'en juger par les glaces qui couvrent les regions polaires et les hautes montagnes.

Ces différentes opinions ne sont sans doute que des conjectures plus ou moins hasardées, qui ne peuvent fixer nos incertitudes sur la cause de la chaleur intérieure de la terre. Bornons-nous au résultat suivant, qui est une conséquence immédiate des faits que nous avons rapportés : *Dans les continens, la chaleur intérieure du globe terrestre est à son maximum à l'équateur; elle va ensuite en décroissant à mesure qu'on s'avance vers les pôles.*

CHALEUR SOLAIRE. Les rayons lumineux qui émanent du soleil ont la propriété de produire de la chaleur, et cette faculté échauffante se manifeste de la manière la plus sensible lorsqu'on concentre les rayons solaires à la faveur d'un miroir concave ou d'une lentille convexe (*Voyez* Miroir concave et Lentille).

Lorsque les rayons solaires frappent un corps, plusieurs sont réfléchis avec plus ou moins de régularité, suivant le plus ou moins de poli de sa surface; d'autres se frayent une route facile à travers ses molécules, si le corps est transparent; quelques-uns enfin sont arrêtés dans leur marche rapide. L'attraction qui existe entre ces derniers et les molécules du corps, détermine leur combinaison. Ces rayons combinés sont employés à échauffer le corps. C'est pourquoi un corps s'échauffe d'autant plus vite, qu'il réfléchit moins de rayons solaires; c'est pourquoi un corps blanc, qui réfléchit presque tous les rayons dont il est éclairé, s'échauffe le plus lentement de tous, tandis qu'un corps noir, qui absorbe presque tous les rayons, acquiert de la chaleur plus promptement que tous les autres.

Un thermomètre situé sur la route des rayons qui viennent directement du soleil, ne monte pas sensiblement : d'où il suit que les rayons solaires n'échauffent que lorsqu'ils sont réfléchis; et comme les couches supérieures de l'atmosphère jouissent d'une rarité qui ne leur permet pas de réfléchir les rayons solaires, nous ne devons point être surpris que les régions atmosphériques soient d'autant plus froides, qu'elles sont plus éloignées de la surface de la terre.

Les rayons solaires tombant sur la surface de la terre, doivent l'échauffer d'autant plus, que leur obliquité est moindre et que la durée de leur action est plus grande : telle est sans doute la cause de l'inégalité des saisons, et de la différente chaleur qu'on éprouve dans différens climats. (*Voyez* Saisons et Climats).

Un rayon solaire se compose de rayons de différente refrangibilité et de différente couleur. (*Voy.* le mot Couleurs). Chacun des rayons élémentaires jouit de la faculté échauffante;

mais tous ne jouissent pas au même degré de cette propriété.

Herschell a exposé successivement la boule d'un thermomètre à l'action des rayons rouges, verts et violets ; les ascensions correspondantes du mercure se sont trouvées dans le rapport des nombres 55, 25, 16. (Il s'agit ici du thermomètre de *Fareneith*, dont un degré vaut quatre neuvièmes de degré du thermomètre de *Réaumur*. Dans cette expérience, le prisme étoit placé au haut d'une fenêtre ouverte et dirigée perpendiculairement à la direction des rayons solaires. Le thermomètre recevoit les rayons colorés à travers une ouverture rectangulaire, faite dans un écran de cartou, sur lequel tomboit le spectre solaire. Deux autres thermomètres placés dans l'ombre, près du précédent indiquoient la variation spontanée de la température pendant l'expérience.

Rochon avoit déjà observé en France des différences dans les facultés échauffantes des rayons colorés. Les résultats auxquels un grand nombre d'expériences bien faites l'ont conduit, diffèrent même très-sensiblement de ceux d'*Herschell ;* car ils donnent le rapport de 8 à 1, ou de 56 à 7 pour celui des intensités de chaleur produites par les rayons rouges et violets. (*Voyez le Recueil des Mémoires sur la Mécanique et la Physique*, par *Rochon*, 1783.)

Herschell a observé successivement au microscope des corps opaques éclairés par des rayons d'une seule couleur. Il lui a paru que les rayons jaunes éclairoient plus fortement que tous les autres, quoique la différence de couleur n'influât pas sensiblement sur la netteté de l'image.

Cette propriété des rayons jaunes avoit déjà été reconnue par *Newton ;* car il prescrit, dans son *Traité de la Lumière*, traduction de *Cotes*, deuxième édition, pag. 109, de placer les images des objets, non dans le foyer des rayons de moyenne réfrangibilité qui sont sur les confins du vert et du bleu, mais au milieu de l'orangé et du jaune, qui sont les couleurs les plus lumineuses.

Herschell s'est encore occupé de comparer les opérations que l'on peut faire sur les rayons qui produisent la chaleur, avec celles que l'on peut faire sur les rayons qui produisent la lumière ; et il cherche à prouver que les uns et les autres peuvent être réfléchis et réfractés suivant les mêmes lois. Il soumet d'abord à ses expériences la chaleur produite par des corps lumineux, tels que le soleil, les lampes, les torches, etc. Il trouve ensuite, de la même manière, la chaleur invisible du soleil, des poëles, etc. Voici quelques résultats de ses observations.

Ayant placé un miroir plan dans la partie invisible du spectre solaire, il réfléchit les rayons invisibles de la chaleur sur un thermomètre, échelle de *Farenheit*, qui s'éleva en dix minutes de 2 degrés : un autre thermomètre placé hors de la direction de ces rayons, n'éprouva aucune variation.

Ayant réfléchi la partie invisible du spectre avec un miroir concave, le mercure s'éleva dans le thermomètre de 24 degrés.

La chaleur invisible d'un poële, réfléchie de la même manière, produisit des effets également sensibles.

Herschell chercha ensuite si les

rayons invisibles de la chaleur pouvoient devenir visibles par la condensation. Pour y réussir, il fit tomber le spectre solaire sur une grande lentille de *Dollon*, en partie recouverte de carton, et tenant la partie visible du spectre à 2 millimètres (1 ligne) endeçà du bord du carton, pour que les rayons invisibles pussent seuls traverser la lentille; il plaça au foyer un thermomètre, dans lequel le mercure s'éleva aussitôt de 45 degrés: la boule du thermomètre se trouva colorée en rouge.

Le spectre ayant été reculé à 5 millimètres (environ 2 lignes) du bord du carton, le mercure s'éleva de 21 degrés. On n'apercevoit plus sur la boule aucune apparence de couleur rouge. Quant à celle que l'on avoit observée dans l'expérience précédente, *Herschell* l'attribue à l'imperfection de la réfraction produite par la lentille et à la difficulté de déterminer avec précision les limites du spectre lumineux. Ces expériences n'ont pas été faites dans la chambre obscure. *Herschell* s'étoit borné à placer devant sa fenêtre un rideau très-épais.

Ces résultats et beaucoup d'autres qu'il seroit trop long de rapporter, conduisent *Herschell* à conclure que les rayons invisibles qui produisent la chaleur, sont soumis aux mêmes lois de réfraction et de réflexion que ceux qui produisent la lumière.

Les expériences que nous venons de rapporter firent soupçonner à *Herschell* qu'il existe des rayons solaires invisibles, qui ne produisent que de la chaleur et qui sont moins réfrangibles que les rayons lumineux. Pour justifier ou pour détruire ses soupçons, ce physicien traça sur une table horizontale cinq lignes parallèles, distantes entr'elles de 0,0125 mètres (un demi-pouce anglais); ensuite ayant fait tomber le spectre solaire sur cette table, de manière que la partie visible fût terminée à la première ligne du côté des rayons rouges, il plaça successivement la boule d'un thermomètre sur la seconde, la troisième, la quatrième ligne, et conséquemment hors de la partie visible du spectre; les ascensions correspondantes du mercure se trouvèrent dans le rapport des nombres $5\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{4}$, $5\frac{1}{8}$.

Pour déterminer le point où la chaleur est la plus grande, *Herschell* plaça son thermomètre, 1°. au milieu des rayons rouges; 2°. au point où ils cesseroient d'être visibles, c'est-à-dire, moitié dans l'ombre, moitié dans le rouge visible; 5°. hors des rayons visibles, de manière que ceux-ci vinssent raser la boule du thermomètre; les ascensions correspondantes du mercure se trouvèrent dans le rapport des nombres 7, 8, 9. Dans cette dernière expérience, le centre de la boule se trouvoit à sept millimètres (3 lignes) au-delà de la partie visible du spectre; le thermomètre (échelle de *Fareinheit*) qui y marqua un degré de plus que dans la situation précédente, n'avoit point été remis à la température moyenne. *Herschell* s'étoit contenté de le faire passer d'une position à l'autre, en observant la quantité dont le mercure s'élevoit encore après ce changement.

Herschell conclut de ces expériences, qu'il existe des rayons solaires invisibles qui produisent de la chaleur, et qui sont moins réfrangibles que ceux qui affectent l'organe de la vision. Il attribue à ces rayons invisibles la chaleur qui s'est manifes-

tée dans les expériences hors de la partie visible du spectre ; et après plusieurs essais, il fixe le maximum de la chaleur à 0,0125 mètres (un demi-pouce anglais) hors de la partie lumineuse. Enfin ce physicien pense que nos yeux sont construits de manière à n'apercevoir que les rayons contenus dans le spectre lumineux, tandis que les rayons invisibles arrêtés par les membranes et les humeurs de l'œil, agissent sur lui comme ils le font sur le reste du corps, en y excitant la sensation de la chaleur.

CHAMBRES DE L'ŒIL. On distingue dans le globe de l'œil deux chambres : la première, qu'on nomme *antérieure*, comprend l'espace qui est entre la cornée transparente et l'iris, et de plus celui qu'on dit se trouver entre la partie postérieure de l'iris et le cristallin : ces deux espaces communiquent ensemble par la prunelle. La seconde chambre de l'œil, qu'on appelle *postérieure*, est l'espace compris depuis la partie antérieure du cristallin jusqu'au fond de l'œil.

La chambre antérieure sert à contenir l'humeur aqueuse (*voyez* HUMEUR AQUEUSE) ; la chambre postérieure sert à contenir l'humeur cristalline et l'humeur vitrée. (*Voy.* HUMEUR CRISTALLINE et HUMEUR VITRÉE).

CHAMBRE NOIRE ou OBSCURE. Chambre que les rayons lumineux ne peuvent pénétrer qu'à travers un petit orifice. On applique quelquefois à cette ouverture une lentille convexe ou un microscope solaire. (*Voyez* LENTILLE et MICROSCOPE SOLAIRE).

C'est à Jean-Baptiste *Porta* qu'on croit devoir la première idée de la chambre obscure, qui n'étoit d'abord qu'une chambre bien fermée, dont le volet avoit une petite ouverture. On a cherché ensuite à la rendre portative : pour cela on fait une caisse de la forme d'un parallélipipède, percée d'un petit orifice ; on noircit ensuite tout l'intérieur de la caisse, excepté le côté opposé à l'ouverture qui doit être très-blanc, pour recevoir les images des objets extérieurs, et la machine se trouve construite.

Lorsqu'on applique une lentille à l'ouverture de la chambre, il faut faire en sorte que son foyer soit sur le plan blanchi qui est opposé à l'ouverture ; car alors les rayons qui partent d'un point situé à peu de distance de la chambre, se réunissent sur le plan blanc, et les images se trouvent parfaitement nettes. Les rayons que lance un objet éloigné sont bien moins divergens que ceux qui partent d'un objet situé à l'orifice de la chambre : le foyer où se rassemblent les premiers est donc situé entre l'orifice et le plan opposé ; de sorte que les images doivent être confuses. On a imaginé de détruire cet inconvénient, au moyen d'un tuyau, placé à l'ouverture de la chambre, dans lequel se trouvent deux verres, dont l'un est fixe et l'autre mobile. En éloignant ou en rapprochant celui-ci du premier, on fait varier le foyer, de manière qu'il se trouve toujours sur le plan blanc.

La chambre obscure sert quelquefois à faire des observations sur des corps en mouvement, et cela a lieu principalement dans l'expérience de la décomposition du fluide lumineux à travers le prisme ; il faut alors suivre la marche du soleil, de manière que ses rayons tombent toujours perpendiculairement sur la lentille : on y parvient avec le microscope solaire.

Passons maintenant aux usages de la chambre obscure. Lorsqu'on présente à son orifice un objet quelconque, il envoie de tous ses points à l'orifice, des rayons qui vont ensuite se rendre sur le côté opposé, et former ainsi une image de l'objet, d'autant plus grande, que la surface blanchie est plus éloignée de l'ouverture; ce qui offre le moyen d'amplifier à volonté l'image d'un petit corps, placé proche de la chambre et très-éclairé par le soleil. Les rayons qui partent de deux points extrêmes de l'objet se croisent à l'orifice; l'image doit donc être renversée. On se sert pour redresser l'image, lorsqu'on veut la dessiner, d'un miroir incliné de 50 degrés, qui renverse de nouveau les rayons, et fait par conséquent paroître le corps dans une situation droite.

Les rayons qui vont des extrémités d'un objet à l'orifice de la chambre, formant une pyramide dont la base est la surface même de l'objet, et le centre à l'orifice de la chambre obscure, pyramide qui se continue ensuite jusqu'à la surface blanche, il est évident que les dimensions de l'image sont aux dimensions de l'objet comme la distance de l'orifice au plan blanchi, est à la distance du même point à l'objet. Les surfaces de l'image et de l'objet sont comme les carrés des mêmes quantités.

CHAMEAUX. On a donné ce nom à de grandes caisses destinées à soulever un vaisseau submergé, ou que l'on voudroit faire passer dans des eaux qui ont trop peu de profondeur. On amène ces caisses en grande partie pleines d'eau aux deux côtés du vaisseau, et on les joint ensemble avec de fortes cordes qui passent par-dessous le vaisseau et qui le soulèvent ensuite à mesure qu'on vide l'eau des caisses à la faveur des pompes. S'il s'agit d'un vaisseau submergé, il est souvent très-difficile de faire passer les cordes sous le vaisseau, surtout lorsque la vase s'y est accumulée et durcie. Les difficultés n'ont pourtant point résisté aux efforts de *Goubet*, qui vint à bout d'enlever ainsi un des vaisseaux qui périrent, en 1702, dans la rade de Vigo en Espagne.

CHAPE. On a donné ce nom à des bandes de fer ou de cuivre recourbées en demi-cercle, entre lesquelles sont suspendues et tournent des poulies sur un pivot qui les traverse, leur sert d'axe et va se placer et rouler dans un trou pratiqué à chaque aile de la chape. Cet assemblage de la chape et de la poulie est suspendu par un crochet à une barre de fer ou à tout autre corps capable de le soutenir. (*Voyez* POULIE).

CHAPE ou CHAPELLE. On appelle ainsi un petit bouton creux, que l'on soude sur le milieu d'une aiguille de boussole, pour recevoir le pivot sur lequel elle tourne.

On emploie quelquefois le laiton à la fabrication des chapes et des pivots sur lesquels on fait tourner les aiguilles. Cette pratique est peu favorable à la mobilité de l'aiguille, 1°. parce que le cuivre ne tourne pas assez commodément sur le cuivre; 2°. parce que la petite pointe du pivot de cuivre étant trop souple, se plie, s'émousse et s'use trop facilement. Pour conserver à l'aiguille toute sa mobilité, il faut que la chape soit faite de corps très-durs, tels que l'agathe, ou un métal composé semblable à celui dont on fabrique les miroirs ardens; qu'elle soit creusée en dedans et que sa concavité soit polie avec un poinçon, de manière

cependant que cette concavité ne finisse pas en pointe par en-haut, mais qu'elle soit sphérique. Il faut aussi que la pointe du pivot qui doit être très-fine, soit faite d'acier trempé, bien uni et bien poli. C'est ainsi que la pointe du pivot, ne touchant le fond de la chape que par un point, éprouvera très-peu de frottement; ce qui donnera à l'aiguille une grande mobilité.

CHAPELLE (*Voyez* CHAPE).

CHAPITEAU. Vaisseau de métal ou de verre qui fait partie d'un alambic (*Voyez* ALAMBIC). C'est dans la concavité intérieure de ce vaisseau que vont s'attacher les vapeurs qui s'élèvent des matières qu'on a mises dans la cucurbite. C'est là qu'elles se condensent par l'influence de l'eau froide qui se trouve dans le réfrigérent; et lorsqu'elles sont ramassées en gouttes assez grosses pour que leur pesanteur l'emporte sur la force qui les retient sur les parois du chapiteau, elles coulent le long de ces parois, se rendent dans une rigole située autour du chapiteau; la rigole les conduit à un tuyau oblique, appelé le *Bec du chapiteau*, d'où elles passent dans le récipient.

Les chapiteaux sont de métal ou de verre, suivant l'alambic auquel ils appartiennent.

CHARBON. On a donné ce nom à une des matières noires qui reste après les décompositions partielles des substances végétales ou animales, opérées par la nature ou par l'art. Cette matière recèle dans sa composition le *carbone* (c'est à dire le *charbon* pur), et plusieurs autres substances, qu'on sépare du carbone par la combustion complète.

A une haute température, le charbon, ou pour mieux dire le carbone a beaucoup d'attraction pour l'oxigène; c'est ce qui constitue sa combustibilité. La combustion du charbon annonce la combinaison du carbone avec l'oxigène, d'où résulte l'acide carbonique. (*Voyez* ACIDE CARBONIQUE.)

Le charbon pur ou le carbone absorbe fortement le fluide lumineux; il est très-fixe au feu, et il passe avec raison pour le corps le plus réfractaire de la nature. Cette dernière propriété, jointe à celle qu'a le charbon d'être mauvais conducteur du calorique, fait qu'on l'emploie avec avantage pour servir d'enveloppe aux fourneaux, et y concentrer la chaleur.

Le charbon absorbe les gaz méphitiques, tels que le gaz hydrogène, le gaz azote, etc., et purifie par cette absorption les eaux qui doivent la putridité à la présence de ces fluides élastiques. C'est principalement sur cette propriété du charbon qu'est fondée la fabrication des fontaines épuratoires de *Smith* et *Cachet*, dont les avantages ne peuvent paroître équivoques.

CHARGE D'UNE BOUTEILLE DE LEYDE ou D'UNE BATTERIE. C'est la quantité de fluide électrique qui est accumulée sur une de ses surfaces. Une bouteille de Leyde se charge d'autant plus, que ses deux surfaces sont mieux isolées l'une de l'autre: il ne faut cependant pas croire qu'elle puisse se charger indéfiniment; il est un point où rien ne peut s'opposer à la force répulsive du fluide électrique; il se dissipe alors ou passe à travers les corps les moins conducteurs; il brise même souvent le verre de la bouteille de Leyde.

CHARRIOT ÉLECTRIQUE. Ma-

d'une part enveloppe le treuil et dont l'autre extrémité est attachée au fardeau qu'on veut enlever.

Lorsqu'on veut se servir de cette machine, on la soutient debout ou inclinée du côté du poids à enlever, à la faveur d'un cable qui embrasse fortement son extrémité supérieure et qui est attaché à un point fixe. On y ajoute quelquefois une troisième pièce de bois, qui sert à la soutenir indépendamment du cable dont nous venons de parler.

Il est visible que cette machine est composée du treuil et de la poulie, et conséquemment qu'elle réunit les avantages de ces deux machines. (*Voyez* TREUIL et POULIE).

On a imaginé et construit une autre espèce de chèvre qui est composée, 1°. de trois montans réunis par le bas à l'aide de deux traverses, et dans le haut par un boulon de fer retenu par une clavette; 2°. d'un treuil dont la moitié de la longueur a plus de diamètre que l'autre dans le rapport de 3 à 2, et dont les pivots, qui sont de bois et gros, tournent dans deux pièces qui montent d'à-plomb, et qui étant percées, entrent par en-bas sur une des traverses qui est ronde, et sont attachées par en-haut avec des boulons de fer et des clavettes.

Au boulon d'en-haut sont attachées deux poulies de renvoi, dont les axes sont fort gros, afin qu'ils soient doués d'une force suffisante. Chacune des chapes tient à un gros piton sur lequel elle tourne pour se prêter à la direction de la corde. On fait passer la corde par un trou qui traverse le treuil diamétralement au milieu de sa longueur, et on l'enveloppe de part et d'autre, de manière qu'elle sorte du treuil pour aller passer sur les deux poulies de renvoi et de-là se joindre sous la poulie mouflée, à laquelle est attaché le poids qu'on veut enlever.

Il est aisé de voir que si l'on fait tourner le treuil, le poids doit monter; car sa grosse moitié tirera plus de corde que la petite n'en pourra céder, suivant la différence des deux diamètres; mais comme cette corde tire le poids à la faveur d'une poulie mouflée, la puissance n'a à surmonter que la moitié de la résistance qu'elle éprouveroit sans cela: voilà sans doute un avantage; mais aussi le poids monte une fois moins vite, ce qui présente un inconvénient. Cette machine offre un autre avantage qui consiste en ce que, quand on a enlevé le poids d'une quantité quelconque, il reste où on l'a élevé, sans qu'on soit obligé de retenir le treuil. Cet effet a pour cause le frottement du treuil et des poulies, mais particulièrement la roideur de la corde. Ces résistances agissant également dans tous les sens, s'opposent autant au mouvement du treuil qui doit faire monter le poids, qu'à celui qui peut le faire descendre; et puisqu'elles résistent victorieusement à la force qui tend à le faire descendre, il est visible qu'il faudra commencer par les vaincre quand on voudra le faire monter.

CHÈVRE DANSANTE. Ce nom a été donné anciennement à un météore lumineux qui a son siège dans l'atmosphère et auquel le vent fait prendre différentes figures, en lui imprimant différens mouvemens.

Les différentes formes que prend ce météore offrent un spectacle amusant. Tantôt on le voit luire à des distances égales, tantôt à des distances inégales; tantôt il paroît s'éteindre, bientôt après on le voit renaître: on diroit

que ce météore est composé d'ondes qui, lorsqu'elles roulent avec beaucoup de célérité, sont opaques en montant et brillent en descendant. Voilà le météore qui a reçu le nom de *Chèvre dansante*.

Il est probable que ce météore, ainsi que plusieurs autres météores ignés, sont produits par des traînées de gaz hydrogène que l'étincelle électrique enflamme dans le sein de l'atmosphère.

CHÈVRE (Pied de). *Voy.* Pied de chèvre.

CHIEN. Les astronomes ont donné ce nom à deux constellations situées dans la partie méridionale du ciel, et dont l'une s'appelle le *grand Chien* et l'autre le *petit Chien*. *Voyez* Chien (grand) et Chien (petit).

CHIEN (grand). C'est le nom d'une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située entre le Lièvre et le Navire, au voisinage de la Voie lactée. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

Il y a dans la constellation du grand Chien une étoile de la première grandeur, qui est située à la gueule du Chien, et qui est connue sous le nom de *Sirius*. On la nomme aussi la Canicule (*Voy.* Canicule); c'est la plus belle et la plus brillante des étoiles fixes.

CHIEN (petit). On appelle ainsi une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située au-dessous de l'Ecrévisse et au-dessus du grand Chien. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

La constellation du petit Chien renferme une étoile de la première grandeur, qui est placée au milieu du corps du Chien, et qui est connue sous le nom de *Procyon*.

CHIENS DE CHASSE. C'est ainsi que les astronomes appellent une des constellations de la partie septentrionale du ciel, qui est située sous la grande Ourse, au-dessous du bras du Bouvier et au-dessus de la Chevelure de Bérénice. C'est une des onze constellations formées par *Hevelius* et ajoutées aux anciennes, dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*, et dans lequel il a donné la figure de cette constellation.

Une partie de cette constellation demeure constamment sur notre horizon.

CHOC. C'est l'action d'un corps qui vient en frapper un autre avec une certaine force. Le choc est direct lorsque les centres de gravité des deux corps se trouvent dans la ligne de leur mouvement; il est oblique dans le cas contraire.

On appelle vitesse respective celle en vertu de laquelle deux corps s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre. Si l'un des corps est en repos et que l'autre se meuve vers lui, la vitesse respective égale celle du corps en mouvement; si les deux corps se meuvent dans la même direction, la vitesse respective est égale à la différence de leurs vitesses; enfin s'ils vont à la rencontre l'un de l'autre, la vitesse respective égale la somme de leurs vitesses absolues.

Le choc a également lieu dans les corps mous, dans les corps durs et dans les corps élastiques ou à ressort. Les lois sont les mêmes pour les corps mous et pour les corps durs, avec cette

seule différence que dans ceux-ci la communication du mouvement est instantanée, parce qu'un point ne peut se mouvoir sans entraîner tous les autres; tandis que dans les corps mous le mouvement ne se communique que successivement, les parties pouvant céder indépendamment l'une de l'autre. Quant aux corps de la troisième espèce, leur élasticité fait naître une nouvelle force, qu'il faut apprécier; ainsi nous distinguerons les corps élastiques de ceux qui ne le sont pas et nous en parlerons séparément dans le choc direct et dans le choc oblique.

Pour établir la théorie du choc, nous serons obligés de supposer, 1°. que tous les corps sont parfaitement dénués de ressort ou parfaitement élastiques; 2°. que leur mouvement se fait dans un milieu sans résistance et sans frottement. Rien de tout cela n'ayant lieu dans la nature, il faut dans la pratique modifier les résultats que nous obtiendrons.

Mariotte s'est servi d'une machine fort ingénieuse pour vérifier les lois du choc par l'expérience; nous allons la décrire telle qu'il l'a imaginée : on lui a fait subir ensuite, pour en rendre l'usage plus sûr et plus facile, quelques légères modifications qui n'ont rien changé au fond de la machine. On suspend à deux points fixes deux fils d'égale longueur, à chacun desquels on attache une boule sphérique, de terre glaise molle, par exemple, de manière que les deux fils étant tendus par ces poids, les deux boules soient en contact sans exercer l'une sur l'autre la plus légère pression. Derrière les deux fils est un plan vertical où sont tracés deux arcs de cercle, décrits chacun d'un des points fixes comme centre, et ces arcs sont divisés de sorte que la distance de chaque division au point de perpendicule, croisse selon la progression 1, 2, 3, etc. Si on élève les deux boules, d'un côté ou de l'autre, par des arcs d'un nombre quelconque de degrés et qu'on les abandonne en même temps, elles parviennent ensemble au point de perpendicule avec des vitesses mesurées par les hauteurs dont elles tombent (*voyez* Pendule), et les hauteurs qu'elles parcourent en remontant mesurent leur vitesse après le choc.

CHOC DIRECT DES CORPS NON ÉLASTIQUES. Ce choc peut arriver de trois manières, selon qu'un corps en rencontre un autre qui est en repos, ou qui se meut dans la même direction que lui, ou enfin dans une direction opposée.

Supposons qu'un corps en mouvement rencontre un autre corps qui est en repos ou qui se meut dans la même direction avec moins de vitesse que lui. Le second corps est un obstacle au mouvement du premier; celui-ci doit donc employer une partie de sa force pour le vaincre, c'est-à-dire, pour faire aller le corps choqué avec autant de vitesse que lui. Mais lorsqu'il lui a communiqué la quantité de mouvement nécessaire pour cela, le corps choqué n'est plus un obstacle pour le corps choquant, qui ne doit plus agir sur lui, de sorte que les corps ont la même vitesse après le choc.

D'après les lois de l'inertie (*voyez ce mot*), un corps ne peut communiquer à un autre une partie de sa force sans en perdre la même quantité; ainsi la somme des forces est la même avant et après la collision : mais nous venons de démontrer que les deux corps se meuvent ensuite avec la même

vitesse; donc leurs forces sont partagées proportionnellement aux masses. L'explication des expériences suivantes fera sentir avec quelle facilité ce principe s'applique à tous les cas du choc des corps.

Première expérience.

On suspend aux extrémités des deux fils de la machine de *Mariotte* deux boules de terre glaise égales en masse; on enlève une de ces boules par un arc de six degrés, et on la laisse tomber sur l'autre, qui est en repos. Après le choc les deux boules se meuvent dans la direction de la boule choquante et parcourent ensemble un arc de trois degrés.

La boule choquante rencontre l'autre avec une vitesse comme 6; si nous supposons que sa masse soit 1, sa force sera représentée par 6: mais les deux boules ont même masse; elles doivent donc se partager également cette force, de sorte qu'elles se mouvront après le choc chacune avec une force comme 3, qui fera naître une vitesse comme 3 dans une masse comme 1, et conséquemment les deux boules parcourront en montant un arc de 3 degrés.

Seconde expérience.

Une boule dont la masse est 1 descend par un arc de trois degrés, une autre boule dont la masse est 2 descend du même côté par un arc de 6 degrés; elles se rencontrent au lieu le plus bas de leur chute et remontent ensemble du côté opposé, par un arc de 5 degrés.

Les vitesses de ces deux corps au moment du choc sont comme 6 et 3, leurs masses comme 2 et 1; donc leurs forces, qui se composent des masses et des vitesses, sont représentées par 12 et 3. La somme de ces forces est 15, qui, partagée proportionnellement aux masses, donne 10 pour la force du corps choquant après la collision, et 5 pour celle du corps choqué. Mais la vitesse s'obtient en divisant la force par la masse; la vitesse commune est donc 5, qui doit faire remonter les deux corps de 5 degrés.

Considérons maintenant deux mobiles qui viennent à la rencontre l'un de l'autre. Si les forces qui les animent sont égales, elles se détruiront au moment du choc; dans le cas contraire, la plus grande force détruira la plus petite, et les deux boules se mouvront, avec la différence des forces, dans la direction de la plus grande. Il est facile de voir que les deux corps doivent avoir la même vitesse après la collision; ainsi la différence des forces se partage proportionnellement aux masses. Les expériences suivantes confirment ces résultats.

Troisième expérience.

On suspend aux extrémités des fils de la machine de *Mariotte* deux boules d'argile de même masse; on élève l'une de 6 degrés et l'autre de la même quantité, mais du côté opposé, et on les abandonne en même temps. Les deux boules se rencontrent au point de perpendicule, et elles y restent en repos.

Les masses et les vitesses étant égales, les forces le sont aussi; de plus elles sont directement opposées; elle doivent donc se détruire dans le choc et laisser les boules en repos.

Quatrième expérience.

Une boule, ayant une masse comme deux, est élevée de 6 degrés d'un côté; l'autre, dont la masse est un, est élevée de 3 degrés du côté opposé. Ces

deux boules, livrées à elles-mêmes, se choquent et se meuvent ensuite dans la direction de la première boule, en remontant de trois degrés.

La première boule a une masse comme 2 et une vitesse comme 6; elle est donc sollicitée par une force comme 12: la seconde, dont la masse est 1 et la vitesse 3, a une force 3; ces deux forces sont directement opposées; la plus petite se trouve donc détruite, et les deux boules doivent se mouvoir avec la différence 9 des deux forces, dans le sens de la plus grande. Cette différence partagée proportionnellement aux masses donne 6 pour la force de la première bille après le choc, et 3 pour celle de la seconde, ce qui fait naître une vitesse commune 3; ainsi les deux boules remontent de 3 degrés.

On peut exprimer algébriquement toutes les circonstances du choc direct des corps sans ressort. Soient M et m les masses de deux mobiles, V et v leurs vitesses, MV et mv seront leurs forces; ces deux quantités s'ajoutent ou se retranchent, selon que les mobiles vont dans le même sens ou en sens contraire: la force après le choc est donc $MV \pm mv$. Mais puisque les deux corps ne se séparent point, on peut les considérer comme n'en formant qu'un seul, dont la masse est $M+m$; la vitesse commune après le choc est donc $\frac{MV \pm mv}{M+m}$. Quant aux forces qui animent les deux corps, on les obtiendra en multipliant cette vitesse par leurs masses.

Si un des corps est en repos, v est nul, et la formule se réduit à $\frac{MV}{M+m}$.

Si les deux corps viennent à la rencontre l'un de l'autre, il faut prendre le signe inférieur; on a alors $\frac{MV-mv}{M+m}$; d'où il résulte que, pour qu'il y ait équilibre après le choc, il faut que $MV=mv$, c'est-à-dire, que les forces soient égales avant le choc. Enfin si les deux boules ont la même direction, on a $\frac{MV+mv}{M+m}$. Cette formule, en supposant $M=m$ et $V=v$, devient $\frac{2MV}{2M}=V$; il n'y a donc point d'accélération de mouvement, ni par conséquent de choc.

C'est ici le lieu d'observer que le choc, c'est-à-dire, l'action d'un corps sur un autre qui s'oppose à son mouvement, ne s'exerce pas en vertu de toute la vitesse du corps choquant, puisque si les deux corps avoient la même vitesse, il n'y auroit point de choc, mais seulement en raison de la différence des vitesses, ou bien de la vitesse respective des deux corps. De-là vient que, lorsqu'on reçoit un poids qui tombe d'une certaine hauteur, on baisse la main pour diminuer l'action que le poids exerceroit sur elle. Si au contraire on alloit à la rencontre du coup, l'impression en seroit plus douloureuse, parce que la vitesse respective seroit plus grande.

CHOC DIRECT DES CORPS ÉLASTIQUES. Les lois que nous venons d'établir s'appliquent également à tous les corps; mais l'élasticité les modifie en faisant naître une nouvelle force, qu'il importe d'apprécier.

Les corps élastiques se compriment dans le choc, mais ils reprennent ensuite l'état que la collision leur avoit

fait perdre ; et lorsque l'élasticité est parfaite, comme nous le supposons ici, les parties comprimées par le choc se rétablissent avec une force égale à celle qui les avoit déplacées : cette force de restitution se nomme *ressort* ou *élatère ;* elle se combine avec les forces qui ne dépendent que de l'inertie, pour changer les phénomènes.

PREMIER PRINCIPE.

La collision fait naître, dans un corps élastique, deux élatères égaux, l'un en avant et l'autre en arrière. L'existence de ce fait est constatée par l'expérience suivante, que nous devons à *Mariotte.*

Première expérience.

On met sur un plan horizontal un anneau circulaire d'acier, d'environ 325 millimètres (un pied) de diamètre, sur 15 millimètres (7 lignes) de largeur et 9 millimètres (4 lignes) d'épaisseur. On place dans l'intérieur de cet anneau, aux deux extrémités du même diamètre, deux petites boules d'ivoire égales en masse. Enfin on frappe avec un petit marteau le point de la circonférence extérieure qui correspond à l'une des billes. Les deux billes partent au même instant et vont se rencontrer au centre du cercle, d'où il résulte que le diamètre de l'anneau est raccourci dans les deux sens ; mais ce diamètre se rétablit ensuite : donc il y a deux élatères, l'un en avant, l'autre en arrière ; de plus les deux extrémités du diamètre sont également comprimées, puisque les deux boules ont été chassées avec la même vitesse ; elles doivent donc se rétablir avec la même force : d'où il suit que les deux élatères sont égaux.

Dans les ouvrages consacrés à l'exposition des théories mathématiques, on ne parle généralement que de l'élatère en arrière du corps choquant et de l'élatère en avant du corps choqué, parce que les deux autres se détruisent, comme nous le dirons par la suite : il me semble cependant qu'il seroit utile de faire mention de ces derniers, et même d'en établir l'existence ; car on a peine à concevoir un élatère dans l'endroit où il n'y a point de choc, tandis qu'il n'y en a pas dans l'endroit où le choc s'effectue.

SECOND PRINCIPE.

Chaque élatère est égal au mouvement acquis par le corps choqué, ou perdu par le corps choquant.

Car le mouvement perdu par le corps choquant fait naître la compression, et l'élatère produit la force de restitution ; mais dans les corps parfaitement élastiques, la force de restitution est égale à la force de compression : donc chaque élatère est égal au mouvement que perd le corps choquant ou qu'il communique au corps choqué.

Il y a donc trois choses à considérer dans chacun des corps élastiques, après le choc : savoir le mouvement qu'il auroit indépendamment de l'élasticité, son élatère en avant et son élatère en arrière. L'élatère en avant du corps choquant est détruit par l'élatère en arrière du corps choqué, lorsque ces deux corps se meuvent dans la même direction ; il ne reste donc plus au corps choquant que son mouvement résidu, diminué de son élatère en arrière, tandis que le corps choqué se meut en vertu du mouvement acquis et de son élatère en avant. Si les deux corps avoient des directions opposées, le même effet

anroit lieu; seulement ce seroit les deux élatères en avant qui se détruiroient, et les deux élatères en arrière qui se combineroient avec le mouvement résidu des deux corps. Les expériences suivantes vont servir de développement à cette méthode.

Seconde expérience.

Une bille d'ivoire A, suspendue à l'extrémité d'un des fils de la machine de Mariotte, est en repos; une autre bille B, de même masse, descend par un arc de six degrés, et va conséquemment frapper la bille A, avec une force comme 6. Après la collision, la bille choquante reste en repos à l'endroit du choc, et la bille choquée remonte dans la partie opposée par un arc de 6 degrés.

La bille B choque avec une force comme 6 la bille A, qui est en repos, et qui lui est égale en masse; elle doit donc lui communiquer la moitié de sa force, de sorte que, si les deux billes n'étoient pas élastiques, elles iroient ensemble avec une force et conséquemment avec une vitesse comme 3. Voyons comment l'élasticité modifie ce résultat. Chaque bille est sollicitée par le mouvement acquis ou résidu égal à 3, et par ses deux élatères, chacun égal à 3. Mais l'élatère en avant de la bille choquante, est égal et directement opposé à l'élatère en arrière de la bille choquée; donc ils se détruisent, et le corps choquant n'est plus animé que par son mouvement résidu 3, et par son élatère en arrière qui lui est égal et opposé, cette bille restera donc en repos. Quant à la bille choquée, elle est sollicitée par le mouvement acquis qui est 3, et par son élatère en avant qui est aussi 3; ainsi elle a une force 6, qui doit produire une vitesse 6 et lui faire parcourir 6 degrés en remontant.

Troisième expérience.

Disposez dans la même ligne une file de boules élastiques A, B, C, etc., toutes contiguës les unes aux autres et de même masse. Elevez la première bille A de 6 degrés et abandonnez-la à elle-même, de manière qu'elle choque directement la bille B; toutes les billes resteront en repos, à l'exception de la dernière qui se séparera de la file, et parcourra en remontant, un arc égal à celui que la première bille a décrit en descendant.

La bille A en choquant la bille B, rapproche du centre le point où elle la touche, ainsi que le point diamètralement opposé, qui étoit en contact avec la bille C; la bille B est donc un instant isolée de toutes les autres, et on peut lui appliquer le raisonnement de l'expérience précédente, en sorte que la bille A doit rester en repos, et communiquer à B une force 6. La troisième bille C s'oppose au mouvement de B, cette dernière bille doit donc agir sur C comme si elle tomboit de 6 degrés, c'est-à-dire, comme A agit sur B; elle restera donc aussi en repos et cédera toute sa force à C. La même chose aura lieu jusqu'à la fin de la file; mais rien ne s'oppose au mouvement de la dernière bille: la force 6 qui lui a été transmise, la fera donc remonter de 6 degrés.

Cette expérience prouve encore bien clairement que lorsqu'une bille élastique est choquée, les deux extrémités du diamètre, suivant lequel se fait le choc, se rapprochent du centre de la bille, et par conséquent qu'il y a deux élatères. Car sans cela la bille

B étant contiguë à la file des autres billes, ne feroit en quelque sorte qu'un seul corps avec elles, et le mouvement de la bille A se partageroit entre cette bille et la somme des autres, proportionnellement aux masses, ce qui changeroit bien le résultat.

Il est bien clair que les extrémités du diamètre de chaque bille, doivent employer un temps fini à se rapprocher du centre et à s'en éloigner ensuite. La communication du mouvement d'une extrémité à l'autre de la file, doit donc être d'autant plus lente qu'il y a un plus grand nombre de billes. C'est de cette manière que les physiciens, qui concevoient le fluide lumineux comme une suite de boules élastiques sur lesquelles le soleil exerce une pression, pouvoient expliquer ce phénomène remarquable, que le fluide lumineux nous vient du soleil en huit minutes.

Quatrième expérience.

Une bille d'ivoire est en repos; une autre bille dont la masse est double, tombe de six degrés et va la choquer, après avoir acquis une vitesse comme 6. La bille choquée parcourt un arc de 8 degrés après la collision, et la boule choquante un arc de 2 degrés dans le même sens.

La bille choquante ayant une masse comme 2 et une vitesse comme 6, elle rencontre la bille en repos avec une force comme 12, qui, partagée proportionnellement aux masses, donne 8 pour la force de la bille choquante et 4 pour celle de la bille choquée. Cette dernière est mue par trois forces, le mouvement communiqué, l'élatère en avant et l'élatère en arrière; l'élatère en arrière est détruit par l'élatère en avant du corps choquant, ainsi il ne reste que le mouvement communiqué qui est 4, et l'élatère en avant qui est aussi 4 ou une force 8, qui fait naître une vitesse comme 8 dans une masse comme 1. La bille choquante ayant son élatère en avant, détruit par l'élatère arrière de l'autre bille, il ne lui reste que son mouvement résidu 8 et son élatère en arrière 4; ces deux forces sont opposés, donc la bille n'a qu'une force comme 4; et comme sa masse est 2, sa vitesse est aussi 2; d'où il résulte qu'elle décrira un arc de 2 degrés dans le sens du mouvement résidu.

Cinquième expérience.

Une bille d'ivoire dont la masse est 1, tombe avec une vitesse comme 6 sur une bille en repos dont la masse est 2. Après le choc, la seconde bille parcourt un arc de 4 degrés dans la direction du choc, et la première, un arc de 2 degrés de l'autre côté.

La bille choquante a une force 6, elle en communiqueroit une partie comme 4 à la bille choquée, si les deux billes n'étoient point élastiques; chaque élatère est donc égal à 4; et comme l'élatère en avant de la bille choquante détruit l'élatère en arrière de la bille choquée, il est clair que celle-ci est sollicitée par le mouvement communiqué 4 et par son élatère en avant 4, c'est-à-dire par une force 8, qui produit sur une masse comme 2 une vitesse comme 4, et contraint la bille à parcourir 4 degrés. Pour la bille choquante, on a son élatère en arrière égale 4, son mouvement résidu égale 2, donc elle doit se mouvoir dans le sens de son élatère en arrière, c'est-à-dire, remonter du côté dont elle est

descendue avec une force et conséquemment une vitesse comme 2.

Sixième expérience.

On fait tomber deux billes d'ivoire égales en masse, l'une contre l'autre par des arcs de 6 degrés. Les deux billes se séparent après le choc et remontent chacune de son côté par un arc de 6 degrés.

Par la supposition, les deux billes ont même masse et même vitesse; elles tombent donc avec des forces égales qui se détruisent. La collision fait naître deux élatères dans chaque bille, dont chacun est égal au mouvement perdu 6; d'ailleurs les deux élatères en avant se détruisent, il ne reste donc que les élatères en arrière qui font remonter les billes chacune de 6 degrés du côté dont elle est descendue.

Si les deux billes, au lieu de se choquer immédiatement, touchaient sur une troisième bille d'ivoire en repos, le même effet auroit lieu, car leurs élatères en avant seroient détruits par ceux de la bille en repos, et leurs élatères en arrière les feroient remonter au point d'où elles sont descendues. Enfin il en seroit de même si les billes choquantes étoient des corps durs, ce seroient alors les élatères de la bille d'ivoire qui les forceroient à remonter. Il importe peu que la bille élastique ait été comprimée par le choc ou par un autre moyen, elle n'en chassera pas moins les deux obstacles, du moment où elle sera livrée à elle-même, c'est par là qu'on explique l'effet des ressorts dans les machines. Un ressort est attaché d'un côté à un point fixe, de l'autre à un corps mobile, on tend ce ressort et on le laisse agir. Il est clair que ses deux élatères agiront également sur le point fixe et sur le corps mobile, le premier détruira l'action exercée sur lui, le second seul sera poussé avec une force égale à l'intensité du ressort.

On explique de la même manière le recul des armes à feu. La chambre d'un canon contient une certaine quantité de poudre, et elle est fermée par un boulet qu'on suppose exactement du calibre de la pièce. Lorsqu'on met le feu à la poudre, une partie se convertit en fluides élastiques, qui exercent leur ressort sur le boulet et le lancent à une grande distance. D'après ce que nous venons de dire, l'action de la poudre enflammée est la même sur le canon que sur le boulet, il doit donc y avoir un recul, mais bien moindre que celui du boulet, parce que la masse du canon est beaucoup plus grande, et que les obstacles qui gênent son mouvement, sont aussi plus considérables. On augmente la portée du boulet en augmentant, jusqu'à un certain point, la longueur du canon; parce qu'alors une nouvelle quantité de poudre s'allume, pendant le mouvement du boulet dans l'intérieur de la pièce, et accélère son mouvement. Il est clair que la même cause fait aussi augmenter le recul.

Les exemples précédens sont plus que suffisans pour familiariser avec la méthode que nous avons suivie, il en faudroit encore plusieurs pour déduire de l'expérience l'explication de tous les cas du choc des corps élastiques; nous allons donner une formule qui les comprendra tous.

Soient deux corps élastiques A et B, dont les masses sont M, m, et les vitesses V, v; leurs forces seront MV, mv; si on les suppose dénués de ressort, leur vitesse commune après

le choc sera $\frac{MV \pm mv}{M+m}$, (*voyez* CHOC DIRECT DES CORPS SANS RESSORT), et leurs quantités de mouvement, dans le sens du mouvement de A, seront $\frac{MV \pm mv}{M+m} \times M$ et $\frac{MV \pm mv}{M+m} \times m$. Il suit de là que le mouvement perdu, toujours dans le même sens, par le corps A est

$$MV - \frac{MV \pm mv}{M+m} M = M \times \frac{mV \mp mv}{M+m},$$

qui est égal à chacun des élatères des deux corps. L'élatère en avant du corps choquant étant détruit par l'élatère en arrière du corps choqué, le premier n'a plus que son mouvement résidu, diminué de son élatère en arrière, c'est à dire, une force égale à

$$M \cdot \frac{MV \pm mv}{M+m} - M \cdot \frac{mV \mp mv}{M+m} = M \cdot \frac{MV \pm 2mv - mV}{M+m};$$

Si donc nous représentons par x la vitesse du corps A après la collision, dans la direction qu'il avoit auparavant, nous aurons

$$x = \frac{MV \pm 2mv - mV}{M+m} = \frac{(M-m)V \pm 2mv}{M+m}.$$

Représentons par y la vitesse de B après la collision ; la force qui sollicite ce corps est égale au mouvement acquis $\frac{MV \pm mv}{M+m} \times m$ plus, l'élatère en avant $\frac{mV \mp mv}{M+m}$, on aura donc pour cette force,

$$m \times \frac{2MV \pm mv \mp Mv}{M+m};$$

d'où il résulte que

$$y = \frac{2MV \pm mv \mp Mv}{M+m} = \frac{2MV \mp (M-m)v}{M+m}.$$

Nous allons tirer de cette formule plusieurs résultats importans, dont quelques-uns généraliseront les expériences ci-dessus. Si le corps B est en repos, v sera nul, et on aura seulement $x = \frac{(M-m)V}{M+m}$, $y = \frac{2MV}{M+m}$. La valeur de y étant toujours positive, il est évident que B se dirigera dans le sens du mouvement de A, quant à la vitesse de A, elle dépend du rapport de M à m, or il peut arriver trois cas : 1°. $M > m$, la valeur de x est positive, ce qui indique que les deux corps vont dans le même sens ; 2°. $M = m$, on a alors $x = o$, $y = V$, d'où il résulte que le corps choquant reste en repos et donne toute sa vitesse au corps choqué ; 3°. $M < m$ ce qui donne x négatif, et conséquemment le corps A retourne en arrière.

Si les deux corps vont dans le même sens, il faut prendre les signes su-

périeurs, et l'inspection seule de la formule fait voir : 1°. que le corps choqué se meut avec plus de vitesse après le choc ; 2°. que le corps choquant reste en repos, continue son mouvement dans la même direction, ou bien revient sur lui-même, selon que $MV + 2mv$ est égal, plus grand ou plus petit que mV. Il y a ici un cas remarquable, c'est lorsque les masses sont égales, la supposition de $M=m$ donnant

$$x = \frac{2mv}{2m} = v, y = \frac{2MV}{2M} = V;$$ de sorte que les deux corps échangent leurs vitesses et continuent ensuite à se mouvoir dans la même direction.

Si les deux corps viennent à la rencontre l'un de l'autre, on prend les signes inférieurs. En supposant les masses et les vitesses égales, il vient $x = -V, y = +v$, les deux corps retournent donc sur leurs pas avec la même vitesse qu'ils avoient avant le choc. Il en est de même toutes les fois que $MV=mv$, car dans cette hypothèse $x = \frac{-mV-mv}{M+m} = -V$ et $y = \frac{MV+Mv}{M+m} = +v$. Quant à la direction du mouvement des deux corps dans tous les autres cas, elle est déterminée par les signes des valeurs de x et de y.

CHOC EN RETOUR. On appelle ainsi un phénomène qui consiste en ce qu'un homme ou un animal placé sous un nuage orageux peut être frappé de la foudre au moment où elle éclate à une assez grande distance de lui.

Milord Mahon a consigné dans ses principes d'électricité une expérience fort simple qui nous conduira à l'explication du phénomène qui nous occupe.

Expérience. On place à une petite distance du conducteur d'une machine électrique dont le plateau est en mouvement, un cylindre métallique isolé, dont les extrémités sont arrondies, de manière qu'il ne puisse pas s'exciter d'étincelle entre le conducteur et ce cylindre. A une très-petite distance de celui-ci est un autre cylindre métallique arrondi par le bout, communiquant avec le sol, et assez voisin du premier pour en tirer des étincelles. Le conducteur de la machine étant animé d'une grande quantité de fluide V agit sur le fluide naturel du premier cylindre, attire son fluide R, et repousse son fluide V qui passe dans le réservoir commun à la faveur du second cylindre, assez voisin du premier pour servir de véhicule au fluide qui tend à s'échapper. Les choses étant dans cet état, si l'on tire une étincelle du conducteur, le premier cylindre étant chargé de fluide R, et l'électricité du conducteur n'empêchant plus le fluide V d'y rentrer, le fluide R du premier cylindre exerce son action sur le fluide naturel du second, repousse le fluide R, et attire le fluide V qui rentre dans le premier cylindre et donne une forte étincelle en le remettant dans son état naturel.

Supposons maintenant qu'un homme soit placé sous un nuage chargé de fluide V, par exemple ; le fluide R de l'homme se trouve enchaîné sur sa surface, et son fluide V va se perdre dans le réservoir commun. Mais au moment où la foudre éclate, le nuage se trouvant déchargé, et l'homme étant chargé de fluide R, son fluide V rentre tout-à-coup avec une rapidité

qui fait naître une commotion quelquefois assez violente pour lui donner la mort.

Il ne faut pourtant pas croire qu'on soit toujours frappé dans les circonstances que nous venons de rapporter. Ces funestes accidens n'arrivent que lorsque la distance de l'individu au nuage orageux est assez petite pour qu'il exerce sur lui une grande influence électrique : aussi le choc en retour qui cause quelquefois de violentes commotions, ne donne souvent que de très-légères secousses.

C'est à la même cause qu'il faut attribuer ces langues de feu qu'on a vues quelquefois, dans des temps orageux, sortir du plancher des appartemens et se dissiper sur le plafond.

L'explication que je viens de donner du phénomène du choc en retour est fondée sur l'hypothèse des deux fluides, dont on trouvera le développement au mot électricité, article qui traite de la théorie de l'électricité. (*Voyez* ce mot).

CHOC OBLIQUE. Le choc oblique a lieu toutes les fois que la direction du mouvement d'un corps ne passe pas par le centre de gravité de celui qu'il rencontre. Tous les problèmes qu'on peut proposer sur ce sujet, se résolvent par les principes déjà exposés, à l'aide d'une simple décomposition de forces.

Nous appelons angle d'incidence, celui que fait la direction du mouvement d'un corps qui approche d'un autre, avec une perpendiculaire à cet autre, menée par le point où se fait le choc.

Nous nommons angle de réflexion celui que fait la direction du mouvement d'un corps après le choc avec cette même perpendiculaire.

Un corps dur P (*fig.* 22, *pl.* 3) vient frapper obliquement un plan inébranlable FG, suivant la direction P*a*, cherchons quel sera son mouvement après le choc.

Supposons que la force avec laquelle le corps P choque le plan inébranlable, soit représentée par une partie *pa* de sa direction, et construisons le rectangle P*C*a*B*. La force P*a* se décompose en deux autres B*a*, C*a*; la première est détruite par le choc, et la seconde n'en reçoit aucune altération : la bille une fois parvenue en *a*, doit donc continuer à se mouvoir selon *a*E, de sorte que l'angle de réflexion est nul.

Si le corps P étoit élastique, la force B*a* qui contribue seule au choc, seroit de même détruite par la résistance du plan, mais elle feroit naître deux élatères dans le corps choquant ; l'un en avant qui seroit détruit, l'autre en arrière égal au mouvement perdu, et qui conséquemment tendroit à tirer le corps vers B, avec une force *a*B. D'ailleurs la force C*a* parallèle au plan ne souffre point du choc, elle tend à porter le corps vers E avec une force *a*E. Le corps P se mouvra donc après le choc avec une force, représentée en grandeur et en direction par la diagonale *ap* du rectangle *a*E*p*B. Les triangles rectangles égaux P*a*B, *pa*B donnent P*a*=*pa* et l'angle B*ap*=B*a*P; donc, lorsqu'un corps élastique vient frapper un plan résistant, il fait un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, et se meut après le choc avec la même vitesse qu'il avoit avant.

Si le corps élastique tomboit sur une surface courbe, il faudroit mener un plan tangent à l'endroit du choc, et le résultat seroit le même. Cette remarque est importante car elle sert de base à une partie de l'optique.

Supposons maintenant (*fig.* 23 *pl.* 3) que le corps choqué soit mobile; P est un corps qui vient en frapper un autre de même masse Q, selon la direction et avec la force PA. Le corps P étant rendu en A, menons une ligne BD par le centre des deux corps; du point P abaissons PB perpendiculaire sur BD et achevons le rectangle PABC. La force du corps P se décompose en deux autres, l'une BA qui lui fait choquer directement le corps Q, l'autre CA qui ne contribue point au choc. Si les deux corps sont privés de ressort, la force BA se partagera également entre eux, et ils tendront vers *q* avec une force AD $= \frac{1}{2}$ AB. Le corps Q obéit à cette force, mais le corps P est de plus sollicité vers E par la force AE = CA: ils se mouvra donc dans la direction et avec la force A*p*, diagonale du rectangle construit sur AE et AD.

Si les deux corps étoient élastiques, le corps P céderoit toute la force AB au corps Q, (*Voyez* la seconde expérience du choc direct des corps élastiques), qui se mouvroit avec cette force, tandis que le corps P seroit animé par la force CA.

Lorsque le corps choquant est plus petit que le corps choqué, il recule après le choc. Soit P, (*fig.* 24, *pl.* 3) un corps élastique qui va frapper un corps Q dont la masse est double avec la force et la direction PA; en faisant la même construction que plus haut, il est clair que le corps P est porté vers E en vertu de AE = CA, et que de plus il choque le corps Q avec la force BA. Cette force se partage d'abord proportionellement aux masses, de sorte que P conserve $\frac{1}{3}$ BA, et que Q acquiert $\frac{2}{3}$ BA, mais comme les corps sont élastiques, il faut faire attention à leurs élatères; le corps P reculera donc suivant AB avec une force égale à $\frac{1}{3}$ BA, et le corps Q s'avancera selon Q *q* avec une force égale à $\frac{2}{3}$ BA. Combinant la force AD avec la force AE, on voit que le corps P sera sollicité par une force égale à la diagonale A *p* du rectangle A *p* DE.

Ces exemples font voir comment on pourroit résoudre tous les problèmes de cette espèce; en voici deux dont on trouvera facilement la solution.

1°. Deux billes d'ivoire étant données sur un plan, dans l'angle que font entr'eux deux autres plans perpendiculaires au premier, on demande dans quelle direction il faut pousser une de ces billes, pour qu'elle vienne choquer l'autre, après avoir touché soit un des plans perpendiculaires, soit tous les deux l'un après l'autre.

2°. Deux billes étant données sur un plan, dans quelle direction faut-il pousser l'une, pour qu'elle choque l'autre et l'envoie vers un point donné.

CHOROIDE. C'est une espèce de tapis velouté et imbu d'une liqueur très-noire, qui sert conséquemment à faire de l'œil une chambre obscure. Cette membrane absorbe les rayons dont la réfraction se fait irrégulièrement dans l'œil.

CHROMATIQUE. Ce mot qui dérive du grec signifie coloré.

CHUTE DES CORPS. Tous les corps se précipitent avec la même vitesse vers le centre de la terre, du moment qu'on les abandonne à l'impulsion de la pesanteur. Nous rappellerons, (art. PESANTEUR), les expériences qui constatent ce fait. Il ne s'agit ici que de déterminer la vitesse d'un corps dans tous les points de sa chute.

La pesanteur est soumise à la loi générale d'attraction qui maîtrise tous les corps de la nature. (*Voyez* Attraction et Pesanteur.) Cette loi se modifie cependant dans cette circonstance. A la surface de la terre, les corps ne tombent que de hauteurs médiocres; la différence de leurs distances au centre de la terre, dans les différens points de leur chute, est, pour ainsi dire, insensible : on peut donc regarder la pesanteur qui anime les corps terrestres, comme une force accélératrice constante pendant tout le temps qu'ils emploient à tomber : d'où il suit qu'un corps tombant reçoit, de la part de la pesanteur, des vitesses égales, dans des instans égaux; et conséquemment, que la vitesse acquise pendant la chute, est proportionnelle au temps.

Supposons les temps comptés sur le côté AB du triangle rectangle ABE, (*fig.* 25, *pl.* 4.) et leur origine au point A. Par différens points *a*, *b*, *c*, supposons menées *af*, *bg*, *ch*, parallèles à la base BE du triangle; elles seront proportionnelles aux hauteurs A*a*, A*b*, A*c*, elles pourront donc représenter les vitesses acquises au bout des temps A*a*, A*b*, A*c*. Si à la place de ces lignes mathématiques, on en suppose dont la largeur soit infiniment petite, et qui interceptent par conséquent des parties infiniment petites sur la ligne des temps, leur rapport ne changera point pour cela, et elles représenteront de même les vitesses. Mais dans un instant infiniment petit, la vitesse doit être regardée comme uniforme, parce qu'on ne peut concevoir que la puissance accélératrice renouvelle son action avant l'écoulement d'un instant infiniment petit; donc l'espace parcouru dans cet instant, est proportionnel à la vitesse, et peut être représenté par la même ligne. Le temps AB étant divisé en instans infiniment petits, l'espace parcouru dans chaque instant, est représenté par la ligne ou la petite surface correspondante; mais la somme de ces instans est égal au temps AB; la somme de toutes ces surfaces est égale à celle du triangle ABE; donc cette surface représente l'espace parcouru dans le temps AB. Prenons un autre triangle A*af*, sa surface représente l'espace parcouru dans le temps A*a*; donc les temps AB; A*a*, etc., sont comme les aires de ces triangles. D'ailleurs, les triangles ABE, A*af*, sont semblables, et conséquemment entr'eux, comme les carrés des côtés homologues; donc l'espace parcouru dans le temps AB est à l'espace parcouru dans le temps A*a*, comme $\overline{AB}^2 : \overline{Aa}^2$, ou comme $\overline{BE}^2 : \overline{af}^2$, c'est-à-dire, comme les carrés des temps, ou comme les carrés des vitesses acquises pendant l'accélération.

Divisons le temps AB en parties égales et finies A*a*, *ab*, *bc*, *c*B; et supposons toujours que les lignes menées par les points de division soient parallèles à la base. Les espaces parcourus pendant le premier, le second, le troisième instant, etc., sont représentés par les surfaces A*af*, *abgf*, *bchg*, B*ch*E; ces surfaces ont même hauteur, elles sont donc entr'elles comme la somme de leurs bases opposées, c'est-à-dire, comme 1, 3, 5, 7, etc. Les espaces partiels décrits en temps égaux, croissent donc comme la suite des nombres impairs, tandis que les espaces totaux sont comme les nombres carrés 1, 4, 9, 16, etc.

L'espace parcouru dans le temps AB, en vertu du mouvement accéléré qui

nous occupe, est égal à ABE, ou bien à $\frac{AB.BE}{2}$. Supposons qu'au bout du temps AB, le mobile ne reçoive plus de nouvelle vitesse, et qu'il continue à se mouvoir pendant le temps AB, en vertu de celle qu'il a acquise; l'espace parcouru dans ce cas-ci, puisque la vitesse est uniforme, est égal à AB.BE, produit du temps multiplié par la vitessse; donc l'espace parcouru d'un mouvement uniformément accéléré, est la moitié de l'espace parcouru dans le même temps, d'un mouvement uniforme, avec la vitesse acquise à la fin de l'accélération.

La démonstration précédente, fondée sur le principe des indivisibles, n'est pas parfaitement rigoureuse; ceux qui en voudront une plus exacte, peuvent consulter l'article *mouvement uniformément accéléré;* au reste, on peut démontrer les lois de la chute des corps par l'expérience, à l'aide d'un instrument imaginé par le docteur Athoowd.

Les principales pièces de cette machine sont 1°. une poulie A, portée sur un axe qui tourne dans une chape, comme elle est représentée ici (*fig.* 26, *pl.* 4), ou mieux encore, sur deux rouleaux cylindriques et mobiles, pour diminuer avantage le frottement. Une corde de soie très-mince passe dans la gorge de cette poulie, et est terminée par deux crochets destinés à recevoir des poids convenables B, C; 2°. une tringle verticale KL, divisée en parties égales, de trois pouces anglais, par exemple; 3°. deux plaques de métal amovibles, qu'on peut fixer, au moyen d'une vis, dans tel endroit de la tringle que l'on veut. L'une d'elles I, est percée de manière à laisser passer le poids B, l'autre est pleine, et destinée à arrêter ce poids; 4°. enfin, on adapte à la machine un pendule à secondes, avec un compteur.

Aux deux extrémités B, C du fil de soie, on suspend deux poids égaux, que nous représenterons l'un et l'autre par 64, et qui se font équilibre. Pour rompre cet équilibre, on ôte du côté C, un poids comme 1, que l'on porte du côté B, qui se trouvant avoir un poids comme 2, de plus que le côté C, descendra le long de la tringle. Le poids 2 appliqué à une masse 2, lui donneroit une vitesse égale à celle de la pesanteur; mais il est appliqué à une masse 128; il doit donc produire une vitesse 64 fois moindre. D'ailleurs la pesanteur fait parcourir à un corps 16 pieds anglais dans la première seconde, comme on le verra dans la suite; donc le poids B ne parcourra qu'un quart de pied ou trois pouces anglais, qui font une division de la tringle KL. Par le moyen de cette réduction, on peut faire dans un appartement les expériences suivantes, qui, sans la machine d'Athoowd, demanderoient beaucoup de soin et des édifices d'une grande hauteur.

Première expérience. La machine étant préparée comme nous venons de le dire, et le poids B étant à *o*, on le laisse aller. Il est facile de voir, au moyen du pendule, que ce poids répond à la première division au bout d'une seconde, à la quatrième au bout de deux secondes, à la neuvième au bout de trois secondes, et ainsi de suite; en sorte que les espaces parcourus sont comme les carrés des temps.

Seconde expérience. On met la plaque de cuivre I à la quatrième division, et à la place du poids qui dé-

terminoit la chute, lequel étoit rond comme G, on en substitue un autre égal, mais allongé comme H. Au bout de deux secondes qu'on a abandonné le poids B, il parvient à la plaque I, où il laisse le poids H; les deux poids qui sollicitent le fil CEFB sont donc égaux, et B ne se meut plus qu'en vertu du mouvement déjà acquis. L'expérience fait voir qu'au bout de deux autres secondes, il a parcouru huit autres divisions. Donc si la force accélératrice cesse d'agir au bout d'un certain temps, le mobile parcourra dans le même temps, en vertu du mouvement acquis, le double de l'espace décrit depuis le commencement de la chute.

D'après les principes que nous venons d'exposer, on aura l'espace parcouru dans un temps quelconque, si on connoît l'espace parcouru dans un autre temps; or, les expériences qui ont été faites à ce sujet, prouvent qu'à notre latitude, les corps tomberoient dans le vide en une seconde (ancienne division du jour), de la hauteur d'environ 16 pieds anglais. L'espace parcouru dans le même temps, seroit plus grand au pôle, et plus petit à l'équateur, puisque la pesanteur est plus grande dans le premier lieu, et moindre dans le second. (*Voyez* Pesanteur.)

CIEL. Ce mot est consacré par les astronomes à désigner l'assemblage de tous les corps célestes, quelquefois même l'espace qu'ils occupent. Le plus souvent cet espace nous paroît bleu, quoiqu'il n'offre à nos regards aucun corps, ni éclairé, ni éclairant, et que dans ce cas il dût nous paroître noir. Cela vient sans doute de ce que ce n'est pas cet espace que nous voyons alors, mais plutôt la concavité de notre atmosphère, qui nous renvoie les rayons bleus et violets qui n'ont pu pénétrer son épaisseur; car le fluide lumineux, tel que les astres nous l'envoient, est composé de rayons élémentaires de diverses couleurs (*voyez* le mot Couleurs), qui étant réfléchis par la surface de la terre, se jettent dans l'atmosphère, et reprennent la route du ciel. Parmi ces rayons, les rouges, les orangés et les jaunes sont seuls animés d'une force suffisante pour vaincre la résistance qu'oppose à leur passage le fluide atmosphérique. Les bleus et les violets sont donc réfléchis une seconde fois vers la terre, et nous montrent la concavité de l'atmosphère sous la couleur qui leur est propre; et comme les rayons violets sont les plus foibles, les bleus font sur nos yeux une impression plus vive, et le ciel nous paroît bleu.

Aristote et ses nombreux disciples prétendoient que le ciel se compose d'élémens qui ne peuvent, sous aucun rapport, souffrir la moindre altération. Cette opinion n'a pas résisté longtemps aux observations des astronomes; elles nous apprennent qu'il se forme continuellement dans le soleil et les planètes de nouvelles taches qui ne peuvent s'allier avec l'incorruptibilité de ces astres. D'un autre côté, la disparition ou l'apparition subite de quelques étoiles annonce des changemens réels dans les astres qui composent le système planétaire.

Suivant *Descartes*, tout est plein dans la nature, et le vide ne peut avoir qu'une existence imaginaire.

Newton a combattu le système de la prétendue plénitude des cieux avec des armes victorieuses que l'observation lui a fournies. Les planètes et les

comètes se meuvent, depuis un grand nombre de siècles, dans les espaces célestes, et leurs mouvemens n'ont encore éprouvé aucune altération sensible; donc, d'après les lois de la résistance des fluides, ces astres se meuvent dans le vide, ou du moins s'ils se meuvent dans le sein d'un fluide, il doit jouir d'une rarité extrême qui ne lui permette pas d'opposer à leur mouvement une résistance sensible. (*Voyez* Résistance, Planète, Tourbillons.)

CIEL (Pôles du). *Voyez* Pôles du ciel.

CILIAIRE (Ligament). *Voyez* Ligament ciliaire.

CILIAIRES (Productions). *Voy.* Productions ciliaires.

CILS. On a donné ce nom à une rangée de petits poils assez roides, placés au bord de chaque paupière, et courbés d'une manière particulière. (*Voyez* Œil.) L'usage des cils est d'arrêter pendant la veille, les petits corps qui voltigent dans l'air, et qui pourroient ternir la *cornée transparente*.

CITERNE. Réservoir souterrain, creusé par art, et destiné à recevoir les eaux du ciel, et à les conserver pour les différens besoins de la vie.

C'est dans les pays où les eaux de fontaine et de puits ne sont pas salubres que l'on construit des citernes pour se procurer l'eau nécessaire aux besoins de la vie. Ces eaux ont sur celles des fontaines l'avantage d'être moins chargées de substances étrangères; mais comme elles sont renfermées et qu'elles ne peuvent être animées de ce mouvement salutaire qui met les molécules d'une eau courante sans cesse en contact avec l'air, on ne peut point les compter au nombre des eaux qui jouissent de la plus grande salubrité.

La Hollande renferme un grand nombre de citernes. Il en existe une à Constantinople dont les voûtes portent sur deux rangs de 212 piliers chacun; ces piliers qui ont 6 décimètres (environ 2 pieds) de diamètre, sont plantés circulairement et en rayons qui tendent à celui qui est au centre.

L'Égypte a aussi ses citernes, qu'il ne faut pas confondre avec celles dont nous avons parlé. Les citernes d'Égypte ne sont pas remplies d'eau de pluie, puisqu'il ne pleut presque jamais dans les contrées égyptiennes; ce sont d'immenses dépôts d'eau du Nil qu'on a formés pendant la crûe de ce fleuve et dans lesquels on puise lorsque le Nil est bas. L'eau que ces citernes renferment a acquis une parfaite limpidité, sans avoir presque rien perdu des précieuses qualités qui distinguent l'eau nouvellement puisée dans le Nil.

CIVIL (jour). *Voyez* Jour civil.

CIVIL (mois). *Voyez* Mois civil.

CIVILE (année). *Voyez* Année civile.

CLAPET. Petite plaque de métal, garnie par-dessous d'un morceau de cuir, dont on laisse excéder une partie par laquelle on l'attache sur l'orifice que l'on veut fermer par son moyen, et qui lui laisse la liberté de s'élever et de s'abaisser alternativement. Les clapets font, dans les pompes, l'office de soupape.

CLAVECIN OCULAIRE. Instrument à touches analogues au clavecin

auriculaire, composé d'autant d'octaves de couleur, par tons et demi-tons, que le clavecin auriculaire a d'octaves de sons, par tons et demi-tons. Il est destiné à donner à l'ame, par les yeux, les mêmes sensations agréables de mélodie et d'harmonie de couleurs que celles de mélodie et d'harmonie de sons que le clavecin ordinaire lui fait éprouver par l'oreille.

Que faut-il pour faire un clavecin ordinaire? des cordes diapasonnées selon un certain système de musique, et le moyen de faire résouner ces cordes. Que faudra-t-il pour un clavecin oculaire? des couleurs diapasonnées suivant le même système que les sons, et le moyen de le produire aux yeux.

C'est au célèbre *Castel*, jésuite, qu'est due l'invention du clavecin oculaire, qu'il est probablement plus facile d'imaginer que d'exécuter avec succès. Ceux qui désireront plus de détail sur cet objet, peuvent consulter l'encyclopédie, article CLAVECIN OCULAIRE.

CLEPSYDRE ou HORLOGE A EAU. C'est un vase de verre qui sert à mesurer le temps par la chute d'une certaine quantité d'eau.

Les clepsydres ont pris naissance en Egypte sous le règne des Ptolémées. On s'en servoit principalement l'hiver; pendant l'été les cadrans solaires étoient employés de préférence.

Ces clepsydres ont deux grands défauts: 1°. l'eau coule avec plus ou moins de facilité, suivant que l'air est plus ou moins dense; 2°. l'eau s'écoule plus promptement au commencement qu'à la fin.

Amoutons a proposé une clepsydre dont on a abandonné l'usage, quoique, suivant lui, elle réunît à l'avantage de servir d'horloge, comme les clepsydres ordinaires, celui de mesurer les mouvemens des astres et de pouvoir être employée par les marins à la connoissance des longitudes.

Pour construire une clepsydre, il faut diviser un vase cylindrique en parties, qui puissent se vider dans des divisions de temps marquées, les temps dans lesquels le vase entier et chaque partie doivent se vider étant donnés. Si j'ai, par exemple, un vase cylindrique, tel que l'eau qu'il contient doive se vider en douze heures, et qu'il faille diviser en parties dont chacune mette une heure à se vider, je dirai: Comme la partie du temps est au temps total 12, ainsi le même temps 12 est à une quatrième proportionnelle 144. Je diviserai donc la hauteur du vase en 144 parties égales, et la partie supérieure s'évacuera dans la dernière heure, les trois suivantes dans l'avant-dernière, les cinq voisines dans la dixième, etc., enfin les vingt-trois inférieures dans la première heure; car, puisque les temps croissent suivant la série des nombres naturels, 1, 2, 3, 4, 5 ....., etc., et que les hauteurs sont comme les carrés des nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, etc. pris dans un ordre rétrograde depuis la donzième heure; les hauteurs comptées depuis la douzième heure seront comme les carrés des temps, 1, 4, 9, 16,... etc.; d'où il suit que le carré 144 du nombre de divisions du temps doit être égal au nombre de parties de la hauteur du vaisseau qui doit se vider. Or le liquide descend d'un mouvement retardé, et la vitesse d'un liquide qui s'écoule d'un vase cylindrique est comme la racine carrée

de la hauteur du liquide. (*Voyez* Écoulement des fluides). Donc les espaces qu'il parcourt en temps égaux décroissent comme les nombres impairs, etc.

Il est facile de généraliser ce problème et de trouver la méthode de diviser une clepsydre de figure quelconque, de manière que les parties du fluide, renfermées entre les divisions, s'écoulent dans un temps donné.

La théorie des clepsydres présente des difficultés.

1°. Lorsque le fluide est en mouvement et qu'il est encore à une certaine hauteur, sa vitesse est à très-peu près égale à celle que ce même fluide auroit acquise en tombant d'une hauteur égale a celle du fluide; mais lorsque le fluide commence à se mouvoir, ou lorsqu'il est très-peu élevé au-dessus de l'orifice, cette loi n'est pas exacte.

2°. Il ne suffit pas de connoître à chaque instant la vitesse du fluide qui s'écoule, pour savoir le temps que la clepsydre doit employer à se vider; car, abstraction faite de l'adhésion des molécules du fluide et du frottement contre les parties du vase, les particules du fluide ne sortent poit du vase suivant des directions parallèles. *Newton* a observé que les particules ont des directions convergentes, et que la veine du fluide qui sort, va en diminuant de grosseur, jusqu'à une certaine distance de l'ouverture; distance qui est d'autant plus grande, que l'ouverture elle-même est plus grande: d'où il suit que pour trouver la quantité de fluide qui sort à chaque instant, il ne faut pas prendre le produit de la grandeur de l'ouverture par la vitesse du fluide, mais le produit de la vitesse du fluide dans l'endroit où la contraction de la veine est la plus grande, par la largeur de la veine en cet endroit.

CLIMAT. Quand le soleil est au solstice d'été, les jours sont les plus longs pour tous les habitans de l'hémisphère boréal; et ils sont d'autant plus longs sur les divers parallèles à l'équateur, que ces parallèles sont plus près du pôle: d'où il suit qu'on peut diviser l'hémisphère en zones parallèles à l'équateur, de manière que sur les parallèles qui termineront chacune d'elles, les jours diffèrent d'une même quantité.

Quand au contraire le soleil est au solstice d'hiver, ce que nous venons de dire pour l'hémisphère boréal sera vrai pour l'hémisphère austral.

On divise ordinairement l'hémisphère de manière que sur les cercles qui terminent chaque zone, les jours diffèrent d'une demi-heure. Ces zones se nomment *Climats d'heure*, pour les distinguer d'autres zones aussi parallèles à l'équateur et formées de manière que, sur les cercles qui terminent chacune d'elles, et pendant que le soleil paroît être entre l'équateur et le tropique du pôle où ces zones se trouvent, les jours diffèrent de trente révolutions de la terre sur son axe.

Il y a vingt-quatre climats d'heure; on en voit ci-après la table d'après *Varénius*.

CLIMATS.		PLUS LONG JOUR.		LATITUDE.		ÉTENDUE.	
		H.	M.	D.	M.	D.	Min.
I.	Milieu. . . .	12	15	4	15		
	Fin.	12	30	8	25	8	25
II.	Milieu. . . .	12	45	12	30		
	Fin.	13	0	16	25	8	0
III.	Milieu. . . .	13	15	20	15		
	Fin.	13	30	23	50	7	25
IV.	Milieu. . . .	13	45	27	40		
	Fin.	14	0	30	20	6	30
V.	Milieu. . . .	14	15	33	40		
	Fin.	14	30	36	28	6	8
VI.	Milieu. . . .	14	45	39	2		
	Fin.	15	0	41	22	4	54
VII.	Milieu. . . .	15	15	43	32		
	Fin.	15	30	45	29	4	7
VIII.	Milieu. . . .	15	45	47	20		
	Fin.	16	0	49	1	3	32
IX.	Milieu. . . .	16	15	50	33		
	Fin.	16	30	51	58	2	57
X.	Milieu. . . .	16	45	53	17		
	Fin.	17	0	54	20	2	22
XI.	Milieu. . . .	17	15	55	34		
	Fin.	17	30	56	37	2	17
XII.	Milieu. . . .	17	45	57	34		
	Fin.	18	0	58	26	1	49
XIII.	Milieu. . . .	18	15	59	14		
	Fin.	18	30	59	59	1	33
XIV.	Milieu. . . .	18	45	60	40		
	Fin.	19	0	61	18	1	19
XV.	Milieu. . . .	19	15	61	53		
	Fin.	19	30	62	25	1	7
XVI.	Milieu. . . .	19	45	62	54		
	Fin.	20	0	63	22	0	57
XVII.	Milieu. . . .	20	15	63	46		
	Fin.	20	30	64	6	0	44
XVIII.	Milieu. . . .	20	45	64	30		
	Fin.	21	0	64	49	0	
XIX.	Milieu. . . .	21	15	65	6		
	Fin.	21	30	65	21	0	32
XX.	Milieu. . . .	21	45	65	35		
	Fin.	22	0	65	41	0	26
XXI.	Milieu. . . .	22	15	65	57		
	Fin.	22	30	66	6	0	19
XXII.	Milieu. . . .	22	45	66	14		
	Fin.	23	0	66	20	0	14
XXIII.	Milieu. . . .	23	15	66	25		
	Fin.	23	30	66	28	0	8
XXIV.	Milieu. . . .	23	45	66	30		
	Fin.	24	0	66	38	0	3

Il n'y a que six climats de mois ; *Varénius* les a aussi déterminés ainsi qu'il suit :

Climats.	*Plus long jour.*	*Latitude.*	*Étendue.*
	Mois.	D. M.	D. M.
I. . .	1	67 30	0 59
II. . .	2	69 30	2 0
III. .	3	73 20	3 50
IV. .	4	78 20	5 0
V. . .	5	84 0	5 40
VI. .	6	90 0	6 0

Ces tables sont calculées d'après la présence réelle du soleil au-dessus de l'horizon, et sans avoir égard à la réfraction qui augmente la durée des jours.

COBALT. (*Voyez* l'article MÉTAUX.)

COCHER. Les astronomes donnent ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, qui est placée à côté de Persée. C'est une des quarante-huit constellations de Ptolémée. Il y a dans cette constellation une étoile de première grandeur, appellée la Chèvre, qui demeure toujours sur notre horizon. La constellation du Cocher renferme aussi les Chevreaux.

COHÉRENCE. C'est la même chose que cohésion. (*Voyez* le mot COHÉSION.)

COHÉSION. On appelle ainsi la force qui unit les molécules d'un corps homogène ou devenu homogène par l'attraction des principes qui le composent.

La même cause donne naissance au phénomène de cohésion et au phénomène d'adhésion. (*Voyez* le mot ADHÉSION). L'expérience fait voir et la théorie de l'attraction moléculaire confirme que la force de cohésion doit être beaucoup plus grande que la force d'adhésion. Dans celle-ci il y a seulement rapprochement des surfaces ; dans la cohésion il y a contact dans autant de sens que les figures des molécules le permettent. Deux plaques métalliques appliquées l'une sur l'autre doivent donc opposer à leur séparation une résistance bien foible par rapport à celle qu'opposent les deux plaques réduites en une seule masse par le moyen de la fusion. (*Voyez* ATTRACTION MOLÉCULAIRE).

COIN. C'est le nom qu'on donne à tout instrument aigu qu'on insère par son tranchant entre les parties des corps pour les séparer.

La forme la plus ordinaire qu'on donne à cet instrument, est celle d'un prisme triangulaire ; nous ferons voir plus bas que toutes les autres s'y rapportent. La tête du coin est la face à laquelle la puissance est appliquée ; l'arête opposée par laquelle le coin commence à s'enfoncer se nomme tranchant et les deux faces adjacentes se nomment les côtés du coin. Presque tous les coins que l'on emploie ont leurs deux côtés égaux.

Nous supposerons que la puissance agit perpendiculairement à la surface du coin, parce qu'on enfonce ordinairement le coin à coups de marteau, et que dans ce cas, si la direction du choc n'est pas telle que nous la supposons, on pourra décomposer son action en deux autres ; l'une qui sera parallèle à la tête du coin ne tendra qu'à faire glisser le marteau, l'autre sera perpendiculaire et produira seule le choc. Si la puissance étoit appliquée au coin par le moyen d'une corde dont le point d'attache ne pût pas glisser, la première force agiroit latéralement sur le coin, et il faudroit calculer son

effet d'après les lois de la composition des forces.

La cohésion qui retient les parties qu'on veut séparer peut être représentée par un poids, ou bien on peut les supposer retenues par une corde; soit donc le coin ABC (*fig. 27, pl. 4*), sollicité à écarter deux points matériels M, N retenus par une corde et posés sur le plan résistant HL. Nous allons chercher 1°. quelles forces il faudroit appliquer en M et en N pour empêcher ces deux points de se mouvoir, 2°. la tension de la corde MN, 3°. la pression exercée sur le plan. Pour qu'il y ait équilibre, il faut que la force P qui anime le coin puisse être décomposée en deux autres Q et S qui passent par les points d'appui et soient perpendiculaires aux côtés du coin, sans cela il tourneroit jusqu'à ce que cette décomposition fût possible, c'est-à-dire jusqu'à ce que CD fût perpendiculaire sur HL. Le coin étant dans cette position, les deux forces Q, S dans lesquelles P est décomposé sont égales puisque l'angle MEC = CEN; si donc on les représente par les parties égales MG, NI de leurs directions et qu'on construise les deux rectangles FH, KL, ces deux forces seront décomposées de sorte que MH = NL et que FM = NK; tachons de déterminer ces forces.

Les forces P, Q, S sont entr'elles chacune comme le sinus de l'angle que forment les deux autres, donc P : Q :: sin MEN ou sin ACB : sin CEN ou sin ABC : d'ailleurs sin ACB : sin ABC :: AB : AC, donc aussi P : Q :: AB : AC. La similitude des triangles GHM, ADC donne

G M ou Q : MH : : AC : CD
et G M ou Q : MF :: AC : AD,

multipliant ces deux proportions terme à terme chacune par la précédente, il vient

P : MH :: AB : CD
P : MF :: AB : AD ou :: 2 : 1

D'où il résulte que 1°. Les forces qu'il faut appliquer en M et en N pour empêcher ces deux points de glisser sont à la puissance comme la hauteur du coin est à sa base. 2°. La corde MN étant tirée par deux forces égales, sa tension est égale à l'une d'elles, c'est-à-dire à la force appliquée en M ou en N. 3°. Les deux forces MF, NK sont chacune la moitié de la puissance; par conséquent, la pression exercée sur le plan HL est égale à la puissance même.

Lorsqu'on veut fendre un corps quelconque, du bois par exemple, on peut déterminer d'après ce résultat la force nécessaire pour vaincre la résistance, toutes les fois que la fente ne précède pas le coin, mais si elle le précède, il faut faire entrer en considération l'augmentation de l'angle de la fente, à mesure que le coin s'avance; nous y parviendrons facilement à l'aide du principe des vitesses virtuelles. (*Voyez* ce mot).

Soit un corps dont les parties déjà séparées forment l'angle EFL (*fig. 28, pl. 4*), on se propose de le fendre davantage à la faveur du coin ACB qui a pour base AB et pour hauteur CD.

Supposons que l'équilibre soit détruit pendant un instant infiniment petit, les points E, L s'écarteront avant que les parties soient séparées en F, de manière que l'angle EFL devienne plus grand; supposons qu'il devienne *eFl*, et conséquemment que le coin prenne la position *acb*. La partie du bois E a été transportée en

e, et la partie L en *l*, mais les parties plus voisines de F parcourent un espace moindre, en sorte que les lignes EF, LF décrivent les aires des triangles égaux *e*FE, *l*FL.

Menons *ef* parallèle à EF et *f*F, parallèle à *e*E, il en résulte le parallélogramme *e*E*f*. Les deux triangles *e*F*f*, LF*l* sont égaux, et conséquemment le parallélogramme formé est la somme des deux triangles *e*FE, LF*l*: donc la somme des aires décrites par les lignes EF, LF égale l'aire décrite par la seule ligne EF, parcourant l'espace E*e* ou F*f*: d'où il suit que la ligne E*e* représente la vitesse de la résistance, tandis que la ligne C*c* représente la vitesse de la puissance, et conséquemment la puissance est à la résistance dans le cas d'équilibre, comme E*e* est à C*c*.

Menons C*g* parallèle à E*e*, ces lignes sont évidemment égales, parce que le côté AC du coin a été transporté parallèlement à lui-même, d'où il suit que la puissance est à la résistance comme C*g* : C*c*. La ligne E*e* peut être regardée comme perpendiculaire à FE, car l'angle EF*e* est très-petit; donc en menant DH perpendiculaire au côté EF de la fente et terminée en H, les deux triangles C*gc*, DHC seront semblables, comme ayant leurs côtés homologues parallèles, ce qui donne DH : DC : : *g*C : C*c*: donc la puissance est à la résistance dans le cas d'équilibre, comme DH est DC, qui représente la hauteur du coin.

Il résulte évidemment de ce que nous venons d'exposer, que dans l'un et l'autre cas, l'action du coin est d'autant plus grande, que l'angle de sa base est plus aigu. Nous n'ajouterons rien à ces principes, parce que la théorie du coin est peu importante, attendu qu'on ne peut pas estimer la résistance que les parties des corps opposent à leur séparation.

Les coins à fendre le bois, les haches, les conteaux, les poignards, etc. sont des coins auxquels on peut appliquer immédiatement ce que nous venons de dire; les poinçons, les clous, les dents ou les griffes des animaux, etc., sont aussi des coins, ou pour mieux dire, comme ils tendent à écarter, en plusieurs sens, les parties du corps, ils peuvent être regardés comme un assemblage de plusieurs coins.

COLLISION. C'est le choc d'un corps contre un autre. (*voyez* CHOC DES CORPS.)

COLOMBE. C'est le nom d'une des constellations de la partie méridionale du ciel. C'est une des onze nouvelles constellations formées par *Augustin Royer*; elle est placée auprès du Capricorne, au-dessous du Lièvre, entre le grand Chien et le Burin. *Lacaille* a donné une figure très-exacte de cette constellation, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1752.

COLONNES (D'UN FLUIDE). On donne ce nom à une certaine quantité d'un fluide, qui a un volume, d'un diamètre et d'une hauteur déterminée. Le mercure contenu dans le tube vertical d'un baromètre par exemple, est une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces), et cette colonne de mercure est en équilibre avec une colonne d'air de même diamètre et de toute la hauteur de l'atmosphère.

COLURES. On donne ce nom dans les sphères artificielles, à deux grands cercles perpendiculaires entr'eux, et

à l'équateur du monde dans la sphère céleste; ils sont disposés dans cette dernière, de manière que l'un passe par les points équinoxiaux, et l'autre par les points solsticiaux; et on peut les distinguer, en colure des équinoxes et en colure des solstices.

COMBINAISON. Action de deux corps, en vertu de laquelle ils contractent une union si intime, qu'il en résulte un composé qui n'a aucune des propriétés des composans. Ainsi, il y a combinaison lorsqu'on mêle un alcali avec un acide, parce que le sel qui se forme n'a ni les propriétés de l'alcali, ni les propriétés de l'acide.

Si l'on met du sucre dans l'eau, les molécules de ces deux corps s'unissent; mais l'union n'est pas intime : il n'y a point combinaison, parce que le sucre et l'eau conservent après leur union toutes leurs propriétés. (*Voyez* ATTRACTION MOLÉCULAIRE).

COMBUSTION. Pour concevoir clairement ce que c'est que la combustion, il faut avoir étudié les phénomènes qu'elle présente, et déterminé la cause qui les fait naître : ce n'est donc qu'après nous être occupés de ces objets, que nous pouvons espérer de définir la combustion d'une manière intelligible. Pour procéder avec ordre, nous rassemblerons quelques principes qui sont des résultats incontestables des faits et des expériences, et qui existent épars dans différens articles de cet ouvrage.

Premier principe. Dans toute combustion, il y a absorption de la base du gaz oxigène.

Pour peu qu'on réfléchisse sur les propriétés du gaz oxigène, on se convaincra aisément de la vérité de ce principe. (*Voyez* GAZ OXIGÈNE). Si l'on brûle du soufre, du phosphore, du charbon, etc., dans du gaz oxigène pur, la base de ce fluide aériforme est totalement absorbée, et lorsque la combustion a lieu dans l'air atmosphérique, la base du seul gaz oxigène est absorbée, tandis que le gaz azote, qui forme les trois quarts de l'air commun, ne souffre aucune altération.

Il est vrai que certaines combustions s'opèrent sans le concours apparent du gaz oxigène; telles sont :

1°. L'oxidation des métaux par les acides; la réduction des oxides métalliques par le charbon; la combustion du soufre, du phosphore, du charbon, etc., par l'acide nitrique. Sans doute, dans tous ces cas, il n'y a point de gaz oxigène; mais l'oxigène concret existe dans un des corps dont on fait le mélange, et c'est au passage de l'oxigène plus ou moins solide du corps qui le contient, dans celui qui en est privé, qu'est due la combustion. Qu'arrive-t-il, par exemple, lorsqu'on mêle dans un vaisseau fermé un métal avec un acide? L'oxigène solide qui forme une partie constituante de l'acide, a plus d'attraction pour le métal que pour la base de l'acide : le métal doit donc s'emparer de l'oxigène, et c'est en vertu de cette absorption que le métal brûle et s'oxide.

2°. Plusieurs expériences faites par les chimistes d'Amsterdam, et répétées par Van-Mons, tendent à prouver qu'un mélange de cuivre et de soufre s'enflamme au moment même de la formation du sulfure par le moyen du fer, et brûle avec la même activité dans le gaz azote, dans le gaz hydrogène, dans le gaz acide carbonique, etc... sans qu'on puisse y soup-

çonner la présence de l'oxigène, soit concret, soit aériforme.

Ces expériences ont été répétées avec soin par un grand nombre de chimistes, et le résultat de leur travail nous rassure complètement sur la solidité des principes qui fondent la théorie de la combustion. 1°. Le soufre contient de l'eau dont la décomposition a pu fournir l'oxigène nécessaire à la combustion; 2°. le soufre peut être regardé comme un oxide; 3°. les sulfures contiennent moins de calorique que les élémens isolés qui entrent dans leur composition. La production d'un sulfure est donc marquée par un dégagement de calorique.

Deuxième principe. Le résidu de la combustion est toujours plus pesant que n'étoit le corps avant d'être brûlé.

Des expériences décisives attestent la vérité de ce principe. Cinquante kilogr. (environ 100 liv.) de plomb donnent, par la combustion, 55 kilogr. (environ 110 liv.) d'oxide. Le soufre donne plus d'acide sulfurique en poids après sa combustion, qu'il ne pesoit lui-même. Et qu'on ne dise pas qu'il existe des substances, telles que les huiles, l'éther, etc., auxquelles la combustion enlève une grande partie de leur poids. Il est certain que les corps combustibles, dont la matière inflammable est volatile, perdent beaucoup de leur poids par la combustion. Mais cette perte n'existe véritablement qu'en apparence. Il est aisé de s'en convaincre, si l'on fait attention que ce qui reste fixe après la combustion, n'est pas le seul résidu du corps combustible, et que tous ceux de ces derniers qui jouissent d'une grande volatilité, se changent, par la combustion, en fluides aériformes qui se dissipent promptement.

L'éther et l'alcool nous offrent des exemples de cette vérité. Ces liquides brûlent presque toujours sans laisser dans les vaisseaux qui les renfermoient aucune trace de leur existence. N'en concluons pas que ces fluides sont anéantis; ils éprouvent seulement une espèce de métamorphose, et la matière volatile qui en est le fruit, se répand subitement dans l'atmosphère. Cela est tellement vrai, que si, par des moyens quelconques, on rassemble ce produit, on trouve qu'il a plus de poids que le corps combustible n'en avoit. C'est en brûlant dans des vaisseaux clos une quantité connue d'alcool, qu'on obtient pour produit de cette combustion une quantité d'eau dont le poids surpasse celui de l'alcool consumé. Il en est de même de la cendre qui reste après la combustion du bois; elle n'est pas le véritable résidu de la combustion des végétaux; ce résidu s'est dissipé dans l'air: une partie qui n'a point été entièrement brûlée, constitue la suie; une autre s'est envolée dans l'atmosphère, s'y est condensée en eau, ou y a déposé des fluides aériformes de différente nature. On doit donc regarder comme un principe incontestable que l'augmentation en poids a lieu dans tous les corps combustibles qui brûlent.

Troisième principe. L'augmentation de poids qu'acquiert le corps brûlé est égale au poids du gaz oxigène absorbé.

Lorsque le résidu de la combustion est fixe, il est aisé de s'en convaincre. *Lavoisier* a démontré, par des expériences très-exactes, que si l'on opère la calcination ou l'oxidation des métaux, soit sous des cloches de verre, soit dans des vaisseaux fermés, dans

des quantités connues d'air, la partie oxigénée de l'air atmosphérique est absorbée pendant la calcination, et que le métal oxidé acquiert autant de poids que l'air atmosphérique en perd par l'oxidation du métal.

Il y a de même absorption totale du gaz oxigène, ou plutôt de l'oxigène qui forme sa base, dans la combustion du phosphore; et le poids de l'acide phosphorique qu'on obtient se trouve rigoureusement égal au poids du phosphore, plus à celui du gaz oxigène employé dans la combustion.

Si les résultats de la combustion sont volatils, il est sans doute plus difficile d'en connoître le poids, et de constater si son augmentation est en raison de la quantité d'air absorbée. Néanmoins lorsque la combustion se fait sous des cloches et qu'on recueille tous les produits, on trouve toujours que l'agmentation du poids est dans un rapport exact et rigoureux avec le gaz oxigène absorbé.

Quatrième principe. Dans toute combustion, il y a dégagement de calorique et de fluide lumineux.

Ce principe a besoin de quelque explication. Lorsque la combustion se fait par le contact de l'air, le corps qui brûle a plus d'attraction pour la base du gaz oxigène que cette base n'en a pour le calorique. En vertu de cette attraction, cette base se fixe et se combine avec le corps ignescent. Elle abandonne donc le calorique, et le calorique devenu libre, produit de la chaleur, et cherche à se combiner avec les substances qu'il rencontre sur son passage.

Si la combustion s'opère sans le concours de l'air, l'oxigène qui produit ce phénomène n'est point fondu en fluide aériforme par le calorique et le fluide lumineux; il n'y a presque pas de dégagement de ces fluides: aussi ces sortes de combustions se font communément sans flamme, et la chaleur produite n'est jamais considérable.

D'après ces principes, il est aisé de se former une idée claire de ce qu'on doit entendre par combustibilité ou inflammabilité. Les corps combustibles sont ceux qui ont la propriété de décomposer le gaz oxigène, et d'enlever sa base au calorique et au fluide lumineux qui lui étoient unis. La combustibilité des corps augmente en raison de l'attraction qu'ils ont pour cette base, et la combustion consiste dans l'union de l'oxigène avec le corps combustible. A mesure que cette union s'opère, le fluide lumineux et le calorique se séparent de l'oxigène, et paroissent sous forme de chaleur et de lumière sensible (1). Il

(1) Quoique le calorique qui se dégage pendant la combustion, soit fourni par le gaz oxigène qui se fixe dans le corps ignescent, il peut se faire aussi que le charbon, et surtout l'hydrogène qui étoit contenu dans le corps combustible, en donnent une certaine quantité. Voici comment *Berthollet* s'exprime à ce sujet, dans ses *Elémens de l'art de la Teinture*, tome 1, page 170.

« Lorsqu'on regarde le gaz oxigène comme la source de la chaleur qui se dégage de la combustion, l'on ne prétend pas que les corps qui brûlent y contribuent point eux-mêmes, quoiqu'en fixant son attention sur la cause principale de ce phénomène, on se soit quelquefois contenté de l'indiquer seule. Toute la théorie que quelques personnes cherchent à combattre s'élève contre cette supposition; mais si l'on fait attention que, dans les combustions accompagnées de flamme, le gaz oxigène perd plus ou moins son état élastique, pendant que le corps qui brûle, loin d'éprouver une diminution dans ses dimensions, passe ordinairement dans une combinaison qui

existe des corps combustibles qui, dégageant lentement le calorique et la lumière, ne donnent que de la chaleur en brûlant; d'autres, au contraire, dégageant rapidement ces fluides, les font paroître sous forme de lumière éclatante et de chaleur ardente. Dans certaines combustions opérées à l'air, les corps combustibles attirent l'oxigène avec la plus grande facilité. D'autres exigent pour se combiner avec l'oxigène, une température quelquefois très-élevée qui paroît favoriser l'attraction du corps combustible pour cette base. Cette théorie jette un grand jour sur tous les phénomènes qui accompagnent la combustion. Elle fait voir pourquoi un corps cesse d'être combustible dès que son attraction pour l'oxigène est complètement satisfaite; pourquoi il redevient combustible dès que l'oxigène lui a été enlevé par un autre corps qui a plus d'attraction pour ce principe. Elle explique de la manière la plus satisfaisante l'augmentation du poids du corps brûlé, son changement d'état, le méphitisme de l'air atmosphérique après la combustion, la flamme, la chaleur, la raréfaction qui ont lieu dans toute combustion qui se fait par le concours de l'air. Il nous reste à jeter un coup-d'œil rapide sur la doctrine du phlogistique qui, malgré les vives secousses que la chimie moderne vient de lui faire essuyer, compte encore quelque chimistes au nombre de ses partisans.

Parmi les anciens chimistes qui se sont occupés de la combustion, Sthaal est celui qui paroît y avoir le plus réfléchi. Le résultat de ses profondes recherches l'a conduit à attribuer ce phénomène au feu fixé dans les corps qui jouissent de la combustibilité. Il a prétendu que leur combustion n'est autre chose que le dégagement du feu et son passage à l'état de liberté. Tous les corps inflammables contiennent donc, suivant Sthaal, le feu fixé ou combiné, qu'il appelle phlogistique, et qui est, selon lui, l'unique principe de leur inflammabilité. Il regarde ce principe comme parfaitement identique dans toutes les substances qui le renferment, quelle que soit leur nature. Il suffit qu'elles soient combustibles pour qu'il y reconnoisse la présence d'une grande quantité de feu fixé ou de phlogistique. Ainsi, suivant Sthaal, le soufre, le charbon, les métaux, les huiles, le phosphore, doivent leurs propriétés à la présence du feu fixé, et s'ils présentent des différences relativement à la forme, la pesanteur, la couleur, etc., ces différences ont pour cause les principes divers auxquels le phlogistique est combiné.

Un long détail sur cette théorie et sur les difficultés qu'on lui oppose, nous feroit franchir les bornes que notre plan nous prescrit. Nous nous contenterons d'observer que Sthaal n'a jamais défini d'une manière exacte et rigoureuse ce qu'il appelle phlogistique;

---

est beaucoup plus dilatée qu'il n'étoit; si l'on considère que la chaleur qui se dégage est relative aux quantités de gaz oxigène qui se combine; et que l'on retrouve dans les combinaisons de l'oxigène où il s'est produit peu de chaleur, une grande quantité de calorique qui peut ensuite s'en dégager, comme dans le nitre et le muriate oxigéné de potasse, l'on conviendra que cette théorie est au moins probable et satisfaisante.

» Parmi les corps qui peuvent contribuer le plus à la chaleur, le gaz hydrogène doit certainement tenir le premier rang: or, la théorie qui attribue principalement au gaz oxigène la chaleur qui se dégage dans sa combustion, s'applique même à celle de ce gaz. »

qu'il n'a fait aucune attention à la nécessité du gaz oxigène dans la combustion, et qu'il paroît avoir ignoré que ce fluide aériforme y a la plus grande influence. Aussi n'a-t-il pas prévu une objection qui est l'écueil inévitable de la théorie qu'il propose.

Si la combustion consiste dans le dégagement du phlogistique, il est évident que c'est une décomposition dans laquelle le corps combustible perd un de ses principes : or, comment peut-il arriver qu'une substance dont un des principes se dissipe, ait un poids plus considérable après cette perte qu'elle n'en avoit auparavant. Les physiciens modernes ont senti toute la force de cette objection, et l'impossibilité où ils se trouvent d'y répondre en admettant la théorie de Sthaal, tel que son auteur nous l'a transmise. Aussi les partisans de cette doctrine ont-ils tâché de la rectifier, en substituant au phlogistique de Sthaal la base du gaz hydrogène qui se trouve, selon eux, dans toutes les substances combustibles. Ils prétendent qu'à mesure que la combustion s'opère, l'hydrogène se dégage, se combine avec le gaz oxigène, et que l'air fixe qui, selon eux, est le résultat de cette combinaison, se précipite dans le corps ignescent et augmente son poids.

Pour détruire cette explication, il suffit d'observer qu'aucun fait n'atteste la présence de l'hydrogène concret dans le soufre, le phosphore, le charbon et les substances métalliques. L'existence de l'hydrogène dans tous les corps combustibles, est donc une pure supposition dénuée de preuve et de fondement ; et pourquoi recourir à un principe hypothétique pour expliquer des phénomènes dont l'explication, puisée dans la nouvelle théorie, repose sur des faits qui ne peuvent paroître équivoques? Mais quand même il seroit démontré que l'hydrogène est un principe commun à toutes les substances combustibles, il ne resteroit pas moins prouvé que c'est l'air qui est le véritable combustible, que c'est lui qui fournit en grande partie le calorique et la lumière dans l'acte de la combustion; et la doctrine du phlogistique n'en seroit pas moins obligée d'emprunter les secours de la nouvelle théorie, pour expliquer les phénomènes de l'oxidation et de la combustion.

COMÈTES. Corps célestes qui, d'abord imperceptibles, augmentent bientôt de dimensions et de vitesse, diminuent ensuite, et disparoissent enfin à nos regards.

Dans les siècles d'ignorance, ces astres étoient regardés comme des météores effrayans, qui prenoient naissance dans l'atmosphère : aujourd'hui l'analogie et l'observation se réunissent pour nous convaincre que les comètes sont des corps opaques comme les planètes ; qu'elles se meuvent dans des orbes elliptiques, dont un des foyers est occupé par le soleil, et que les aires décrites par leurs rayons vecteurs, sont proportionnelles au temps.

Les ellipses que les comètes décrivent sont très-excentriques : de là vient que ces astres ne sont visibles que vers leur périhélie. En partant de ce point, la clarté réfléchie qu'elles répandent, diminue progressivement, et finit par s'éteindre. La chaleur que fait ressentir aux comètes l'influence des rayons solaires, diminue aussi, à mesure qu'elles avancent vers leur aphélie, où elle atteint son minimum. Alors le froid excessif qu'elles éprouvent, doit congeler des matières qui reprennent

l'état de vapeurs, lorsque ces astres se retrouvent au voisinage de leur périhélie. Ce sont ces vapeurs qui forment la nébulosité dont les comètes paroissent presque toujours environnées; et lorsque ces vapeurs s'élèvent à une grande hauteur, cette raréfaction combinée, soit avec l'impulsion des rayons solaires, soit avec la dissolution de ces vapeurs dans le fluide qui nous réfléchit la lumière zodiacale, donne naissance à ces longues queues qui paroissent accompagner les comètes.

Les comètes ne se meuvent pas toutes d'occident en orient comme les planètes. Les unes ont un mouvement direct; d'autres ont un mouvement rétrograde. Les inclinaisons de leurs orbites ne sont point renfermées entre les limites étroites qui embrassent celles des orbes des planètes. Elles varient, depuis l'orbe couché sur le plan de l'écliptique, jusqu'à l'orbe perpendiculaire au même plan.

Si les élémens de l'orbite d'une comète qui paroît, sont les mêmes que ceux d'une comète déjà observée, on peut conclure que c'est toujours la même comète, et prévoir son retour. C'est ainsi que les astronomes ont reconnu que la comète qui a paru au commencement de l'année 1759, étoit la même que celles qui avoient déjà paru en 1531, 1607, et 1682; de manière que cette comète emploie environ 76 ans à revenir à son périhélie.

On a prédit le retour de quelques autres comètes: le plus probable de ces retours étoit celui de la comète de 1532, que l'on croyoit être la même que la comète de 1661, et dont la révolution a été fixée à cent vingt-neuf ans: Cette comète n'a point reparu en 1790, comme on s'y attendoit; il y a donc tout lieu de croire que ces deux comètes ne sont pas la même.

En 1794, on ne connoissoit que quatre-vingt-trois comètes. Aujourd'hui, le nombre des comètes connues est de quatre-vingt-quatorze.

La quatre-vingt-quatorzième comète a été aperçue le 8 mars de l'an 12, par Louis Pons, employé à l'observatoire de Marseille. Bouvard la vit le 11 mars à l'observatoire de Paris, et Olbers, le 12 à Bremen.

Cette comète ne paroît que comme une nébulosité.

COMMOTION. On nomme ainsi la secousse plus ou moins violente que l'on éprouve en tirant une étincelle électrique. (*Voyez* Batterie électrique, Bouteille de Leyde, Electricité).

COMMUNICATION DE L'AIMANT. Propriété qu'a l'aimant de communiquer sa vertu à tous les corps de la nature, mais spécialement au fer et à l'acier. (*Voyez* le mot Magnétisme.)

Lorsqu'on frotte un morceau de fer sur l'un des pôles d'un aimant, ou sur un des pieds de son armure, ou même lorsqu'on le place seulement au voisinage d'un fort aimant, le fer acquiert les propriétés magnétiques, et devient aimant lui-même. Il a des pôles, il attire le fer, etc.; il repousse une aiguille aimantée qu'on présente à un de ses pôles, par le pôle de même nom; il dirige un de ses pôles vers le nord, et l'autre vers le sud; il décline vers l'orient ou l'occident, suivant le lieu dans lequel il se trouve; il incline un de ses pôles à l'horison; savoir, son pôle nord dans l'hémisphère boréal, et son pôle sud dans l'hémisphère austral; enfin il jouit, comme

l'aimant, de la faculté de communiquer toutes ces propriétés à un autre morceau de fer ou d'acier. Ce fer ainsi aimanté se nomme *aimant artificiel.* (*Voyez* AIMANT ARTIFICIEL).

On a imaginé plusieurs procédés, pour communiquer au fer et à l'acier une grande force magnétique. J'ai cru inutile de parler de chacun avec détail. Je me suis borné à décrire avec soin, le plus simple, le plus efficace, et conséquemment le meilleur, à l'article qui traite de l'aimant artificiel. (*Voyez* AIMANT ARTIFICIEL).

COMMUNICATION D'ÉLECTRICITÉ. Tous les corps de la nature sont susceptibles d'acquérir la vertu électrique, quoiqu'inégalement, et d'une manière différente. Les uns s'électrisent principalement à l'aide du frottement, d'autres par le simple contact; ceux-ci par la chaleur, ceux-là par communication, c'est-à-dire en les plongeant dans la sphère d'activité d'un corps fortement électrisé par un moyen quelconque. Parmi les corps qui reçoivent par communication la vertu électrique, on distingue particulièrement les métaux, les corps animés et les liquides, à l'exception de l'huile et de l'air. Mais pour qu'un métal, par exemple, s'électrise par communication, il ne suffit pas de le plonger dans la sphère d'activité d'un corps déjà électrisé. Il est encore indispensable de l'isoler. (*Voyez* ISOLER.) Sans cette précaution, il ne pourroit jamais donner aucun signe d'électricité. Le fluide électrique qu'il recevroit se dissiperoit dans l'instant même, et ne pourroit jamais s'accumuler sur sa surface.

COMMUNICATION DU MOUVEMENT. Action par laquelle le mouvement passe d'un corps dans un autre. C'est dans le choc des corps que cette communication a lieu (*Voy.* CHOC DES CORPS); et c'est au moment du contact qu'elle s'effectue avec la plus grande célérité.

Les anciennes écoles ont long-temps retenti de vives et oiseuses disputes sur la cause qui fait naître la communication du mouvement. La physique moderne les a condamnées à l'oubli, comme tant d'autres recherches stériles qui devoient nécessairement aboutir à des résultats chimériques. Elle se borne à déterminer les lois de la communication du mouvement (*Voy.* CHOC DES CORPS,) et à faire concevoir clairement la manière dont elle s'effectue.

Rappelons-nous cette loi de l'inertie (*Voyez* INERTIE,) par laquelle un corps quelconque doit rester dans son état de repos ou de mouvement, à moins qu'une cause étrangère ne nécessite un changement. Obéissant à cette loi, tout corps en mouvement, tend à conserver sa direction et la vitesse qui l'anime. En vertu de cette tendance, si un obstacle se présente sur sa route, il doit, pour le vaincre, sacrifier une partie de sa force; et comme l'obstacle ne peut être réellement vaincu, qu'il ne se meuve avec la même vitesse que le corps, et suivant sa direction, il est nécessaire que le mouvement se partage proportionnellement aux masses, et conséquemment qu'il passe en partie du corps en mouvement dans celui qui lui fait obstacle.

Ce passage se fait d'une manière en quelque sorte matérielle. Le corps choquant perd en force ce que gagne le corps choqué, à peu près comme un vase se remplit aux dépens d'un

autre qui se vide. (*Voyez* les mots INERTIE, CHOC DES CORPS, etc.)

COMPAS. Nom que les astronomes donnent à une constellation de la partie australe du ciel, et qui est placée presque entièrement dans la Voie lactée, au-dessus du triangle austral, et sous les pieds de devant du Centaure. C'est une des quatorze constellations formées par *Lacaille*; il en a donné une figure fort exacte, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horison.

COMPAS DE MER, COMPAS DE ROUTE, COMPAS DE VARIATION. C'est la boussole. (*Voy.* BOUSSOLE).

COMPOSÉ (Microscope). *Voy.* MICROSCOPE COMPOSÉ).

COMPOSITION DES FORCES. Lorsque plusieurs forces sont appliquées à un point matériel, ou ce point reste en repos, ou il prend du mouvement; dans ce dernier cas, comme il ne peut aller par plusieurs chemins à la fois, il doit nécessairement se mouvoir dans une seule direction, de même que s'il étoit poussé dans cette direction par une force déterminée; on nomme résultante cette force unique qui agit sur le point d'application de la même manière que tout le système. (*Voyez* RÉSULTANTE).

Deux forces appliquées en deux points différens ont une résultante toutes les fois que leurs directions prolongées se coupent en un point: car on peut prendre pour point d'application d'une force l'un quelconque de ceux de sa direction (*voyez* FORCE); les deux forces peuvent donc être considérées comme appliquées au point de concours, et par conséquent elles ont une résultante. Mais si les deux forces qui sollicitent un corps n'étoient pas situées dans le même plan, elles ne pourroient pas être considérées comme destinées à mouvoir le même point, ni conséquemment avoir une résultante unique. On voit par là qu'on ne peut pas toujours avoir la résultante de plusieurs forces proposées; le problème de la composition des forces consiste à la trouver toutes les fois que cela est possible.

Les forces étant des quantités susceptibles d'augmentation ou de diminution, on peut les représenter par des nombres ou par des lignes; nous les désignerons désormais par une partie de leur direction.

Deux forces agissant dans une même droite et dirigées dans le même sens, équivalent à une seule force égale à leur somme: car les deux forces tendant à produire le même effet, doivent s'ajouter l'une à l'autre.

Deux forces égales agissant dans la même ligne, mais dans des directions opposées, se détruisent, de sorte que leur point d'application reste en repos: car ce point ne peut pas obéir à l'une des forces plutôt qu'à l'autre.

Il suit de là que si l'on applique une force égale et directement opposée à la résultante d'un système de forces, l'équilibre sera établi, puisque la résultante, qui équivaut elle seule à toutes les forces, se trouve détruite.

Si deux forces inégales sont directement opposées, la plus grande pourra être décomposée en deux autres: l'une égale à la plus petite, et l'autre égale à la différence des deux forces; mais la première est détruite

par la plus petite force ; le point d'application sera donc mu dans la direction de la plus grande force avec la différence des deux forces.

Deux forces étant appliquées en un point, selon des directions qui forment un angle, leur résultante est dans le plan des deux forces : car il n'y a pas de raison pour que le point d'application s'écarte du plan plutôt d'un côté que de l'autre. De plus, la résultante est comprise dans l'angle des deux forces : car le point d'application ne peut se mouvoir ni dans l'espace qui est au-dessus d'une des forces, ni dans celui qui est au-dessus de l'autre, il ne peut donc se mouvoir qu'entre elles. Quant à la direction exacte de la résultante, on ne peut la déterminer *a priori* que dans un seul cas, c'est celui où les deux forces sont égales ; la résultante doit alors diviser en deux parties égales l'angle des composantes : car si le point d'application pouvoit se mouvoir dans une autre direction que celle que nous lui assignons, on pourroit concevoir, de l'autre côté de la ligne qui divise en deux parties égales l'angle des forces, une ligne placée par rapport aux deux forces de la même manière que la résultante ; elle seroit donc aussi la résultante des deux forces, d'où il suit que le point d'application pourroit se mouvoir par deux chemins différens, ce qui est absurde.

Cherchons maintenant la résultante de deux forces situées dans le même plan : il y a deux cas à considérer ; celui où les forces sont parallèles, et celui où elles sont obliques ; on peut commencer par résoudre l'un et en tirer la solution de l'autre : le premier, dont nous nous occuperons, sera celui des forces parallèles ; la démonstration que nous donnerons est tirée de la *Statique de Poinsot*.

Soient P et Q (*fig.* 29, *pl.* 4), deux forces parallèles appliquées aux points A et B de la droite AB ; prolongeons cette ligne de part et d'autre, et supposons appliquées en A et en B deux forces M, N égales et directement opposées, elles se détruiront, et conséquemment ne changeront point la résultante du système. Les deux forces M et P ont une résultante S placée dans l'angle MAP ; les forces Q et N ont de même une résultante T dans l'angle NBQ ; d'ailleurs les deux forces S et T ne sont pas parallèles ; donc étant prolongées, elles se rencontreront en un point D. Par ce point menons M'N' parallèle à MN, et DQ' parallèle aux directions des forces P et Q. Les angles SDQ', SDM' sont égaux aux angles SAP, SAM, comme correspondans ; donc la force S appliquée en D peut être décomposée en deux autres M', P', dirigées suivant DM', DQ' et égales aux forces M et P. Par une raison semblable, la force T appliquée au point D, peut être décomposée en deux autres N', Q' égales à N et Q, et dirigées selon DN', DQ'. Les forces M', N' se détruisent, puisqu'elles sont égales et directement opposées ; tout le système se réduit donc aux deux forces P', Q', qui sont égales à P et Q ou à la force P + Q, dirigée selon DQ', d'où il résulte que la résultante de deux forces parallèles est égale à leur somme, et que sa direction est parallèle aux composantes et située entre elles.

Si les deux forces P, Q (*fig.* 29, *pl.* 4) sont égales, prenons les deux forces arbitraires M, N égales aux composantes ; la résultante S des deux

forces égales M, P partage en deux parties égales l'angle MAP, mais ADC = SAP comme correspondans, et DAC = SAM comme opposés au sommet; ainsi l'angle DAC = ADC et le triangle CAD est isocèle, en sorte que AC = CD. De même les forces N et Q étant égales, les angles QBT, TBN le sont aussi, et on démontreroit facilement que CD = CB, donc AC = CB, c'est-à-dire, que la résultante de deux forces parallèles égales rencontre la droite d'application en un point également éloigné des directions des deux forces.

Il suit de là que l'on peut toujours décomposer une force en plusieurs autres qui lui soient parallèles, pourvu qu'elles soient deux à deux égales et à la même distance de la force proposée, et que leur somme soit égale à cette force.

Je dis maintenant que la résultante de deux forces parallèles partage leur droite d'application en parties réciproquement proportionnelles aux forces.

Supposons d'abord que les forces P, Q (*fig.* 30, *pl.* 4) soient commensurables, partagez AB au point H en parties qui leur soient directement proportionnelles, c'est-à-dire, telles que P : Q : : AH : BH; prolongez de plus la ligne AB de part et d'autre, et prenez AG = AH et BI = BH. Les lignes AH, BH proportionnelles aux forces P, Q, sont commensurables; donc les lignes doubles GH, HI le sont aussi, et par conséquent on peut partager la ligne GI en parties, telles que GH et HI, en contiennent chacune un nombre entier. Au milieu de chacune des parties dont GH est composée, supposons appliquées des forces égales parallèles à AP, et dont la somme soit P, elles feront le même effet que la force P; de même substituons à la force Q d'autres forces égales entre elles et parallèles à BQ, appliquées au milieu des différentes divisions de la ligne HI, et dont la somme soit égale à Q : la force appliquée au milieu de chaque division de GH est égale à P divisé par le nombre des parties contenues dans cette ligne; la force appliquée au milieu de chaque division de HI égale Q divisé par le nombre des parties contenues dans HI : conséquemment la première force est à la seconde comme $\frac{P}{GH} : \frac{Q}{HI}$, ou comme $\frac{P}{AH} : \frac{Q}{BH}$; mais ces deux dernières quantités sont égales : donc il en est de même de toutes les forces partagées sur la ligne GI : de plus, il est évident que toutes ces forces sont deux à deux à égale distance du milieu de GI; ainsi, leur résultante passe par ce point. Soit C le point milieu de la ligne GI, par lequel doit passer la résultante, on aura $CG = \frac{1}{2} GI = AB$, et en retranchant de part et d'autre la partie commune AC, il reste $BC = AG = AH$; de même $CI = AB$, et retranchant BC des deux membres, on a $AC = BI = BH$; mais par construction P : Q : : AH : BH, donc aussi P : Q : : BC : AC : d'où l'on voit que la résultante de deux forces parallèles commensurables partage la droite d'application en parties réciproquement proportionnelles à ces forces.

Supposons maintenant que les forces P et Q (*fig.* 31, *pl.* 4) soient incommensurables, et prenons le point C tel que P : Q : : BC : AC, ce sera le point d'application de la résultante; car si cela n'a pas lieu, elle passera d'un côté ou d'un autre de ce point :

supposons d'abord qu'elle passe en G entre le point C et le point A. Partageons AB en parties assez petites pour qu'il y ait un point de division I entre G et C; les lignes AI, IB sont commensurables; donc si on suppose une force Q' appliquée en B suivant BQ, et telle que P : Q' : : BI : AI, la résultante des forces P et Q' passera par le point I. Le rapport de AI à IB étant plus petit que celui de AC à BC, il en résulte que Q' est plus petit que Q; ainsi à la place de Q on peut substituer deux forces, l'une égale à Q', et l'autre à Q—Q' : la résultante de P et de Q' passe par le point I et est parallèle à BQ, il ne nous reste donc qu'à composer cette force avec Q—Q'; leur résultante, qui est aussi celle des forces P et Q, passera entre le point I et le point B; ce qui est absurde, puisque son point d'application est en G : donc la résultante des forces proposées ne peut passer entre le point C et le point A : on prouveroit de même qu'elle ne peut passer entre C et B; donc elle passe par le point C, et par conséquent l'énoncé ci-dessus a encore lieu lorsque les forces sont incommensurables.

Après avoir démontré la composition des forces parallèles, nous allons passer à celle des forces obliques; et nous supposerons d'abord qu'elles agissent perpendiculairement l'une à l'autre.

Soient P, Q (*fig.* 32, *pl.* 4) les deux forces orthogonales proposées, et R la résultante dont nous cherchons à déterminer la grandeur et la direction. Je mène la ligne $p'q'$ perpendiculaire à la direction de la résultante, qui rencontre les directions des composantes en D et en B. La force P appliquée en D peut se décomposer en deux autres p', p. La première dirigée selon Dp' et la seconde parallèle à AR; de même Q se décompose en q, q'; la première parallèle à R et la seconde dirigée suivant Bq'. Les deux forces opposées p', q' doivent se détruire pour que la résultante du système soit parallèle aux forces p, q. Il ne nous reste donc que ces deux forces à considérer. Les deux forces P et Q font avec leurs composantes les mêmes angles que R fait avec P et Q; donc le rapport de ces deux forces à leurs composantes est le même que celui de R à P et à Q (*voy.* Force), en sorte qu'on a $p : P :: P : R$ et $q : Q :: Q : R$, ou bien $p = \frac{P^2}{R}$, $q = \frac{Q^2}{R}$; mais la résultante R est égale à la somme des forces p et q : donc $R = \frac{P^2 + Q^2}{R}$ ou $R^2 = P^2 + Q^2$. Cette équation fait connoître la grandeur de la résultante. Pour avoir sa position, j'observe que la résultante R doit partager la ligne d'application BD en parties réciproquement proportionnelles aux deux forces p, q; ainsi $p : q :: BC : DC :: \overline{AB}^2 : \overline{AD}^2$; et comme $p : q :: P^2 : Q^2$, il en résulte que $\overline{AB}^2 : \overline{AD}^2 :: P^2 : Q^2$, et prenant la racine carrée de chaque terme AB : AD :: P : Q. Le triangle rectangle ABD donne $\frac{AB}{AD} = \text{tang. ADB} = \text{tang. RAQ}$: donc $\text{tang. RAQ} = \frac{P}{Q}$: ce qui détermine la position de la force R.

Représentons les forces P, Q par les parties AF, AE de leurs directions, et construisons sur ces lignes le rectangle AEGF dont la diagonale est

AG. La tangente de l'angle GAE est $\frac{GE}{AE}=\frac{P}{Q}$: donc la diagonale du rectangle se confond avec la direction de la force R; de plus

$$\overline{AG}^2=\overline{GE}^2+\overline{AE}^2=P^2+Q^2=R^2;$$

par conséquent la résultante de deux forces perpendiculaires est représentée en grandeur et en direction par la diagonale du parallélogramme construit sur les lignes qui les représentent.

La même chose a lieu pour deux forces de direction quelconque P, Q (*fig.* 33, *planch.* 4); car ayant construit le parallélogramme PQ sur les lignes AP, AQ qui représentent ces forces, je mène PC, QE perpendiculaires à la diagonale AR, et j'achève les rectangles BC, DE. La force AP équivaut aux deux forces AB, AC, et la force Q aux deux forces AD, AE; mais il résulte de l'égalité des triangles ACP, REQ que BA=AD; et comme ces deux forces sont directement opposées, elles se détruisent, et il ne reste plus que AE et AC qui agissent dans la même direction : les mêmes triangles nous donnent encore AC=ER : donc

$$AC+AE=R;$$

et la résultante est représentée par la diagonale du parallélogramme APRQ.

Les lois de la composition des forces que nous avons démontrées à l'aide de la géométrie, se manifestent d'une manière sensible dans un grand nombre de phénomènes qui n'ont pas échappé à l'œil attentif des physiciens observateurs.

1°. Si l'on frappe avec deux marteaux et sous différens angles une bille d'ivoire suspendue en l'air ou posée sur un tapis, elle décrit toujours la diagonale, sauf les inexactitudes que font naître la résistance de l'air et celle des frottemens.

2°. Les poissons, les oiseaux, les reptiles veulent-ils aller en avant, leur mouvement est toujours précédé de deux coups de queue fortement frappés en sens contraire : le corps prend un mouvement composé de ces deux impulsions; il ne va ni à droite ni à gauche, mais dans une direction qui tient le milieu entre l'une et l'autre.

3°. L'usage a appris au batelier qui veut traverser une rivière, qu'il doit la remonter obliquement, et la remonter d'autant plus, que son courant est plus rapide. En agissant de cette manière, son bateau participe au mouvement qu'il lui imprime obliquement au fil de l'eau, et au mouvement que le courant lui communique; et c'est ainsi qu'il arrive au point où il veut aboutir sans paroître s'y diriger.

4°. C'est sur le principe de la composition des forces qu'est fondé le mécanisme de tous les vols obliques dont les grands spectacles nous offrent assez souvent l'exécution.

5°. Un noyau pressé obliquement entre les doigts, s'en échappe avec vitesse et va, par un mouvement composé, frapper le but vers lequel il est dirigé.

6°. Ce qu'on jette par la portière d'une voiture en mouvement ou sur le rivage quand on est dans un bateau emporté par le courant, n'arrive jamais au but qu'on s'est proposé, si l'on ne considère que la seule impulsion du bras. Outre celle-ci, il faut avoir égard au mouvement de la voiture ou

du bateau, qui est commun au mobile et à la main : aussi, lorsqu'on saute hors d'un carosse ou d'un bateau en mouvement, faut-il s'attendre à tomber au-dessous de l'endroit qu'on a vis-à-vis de soi à l'instant même qu'on s'élance.

COMPRESSIBILITÉ. Propriété qu'ont les molécules des corps de se rapprocher à la faveur d'une pression capable de vaincre la force répulsive qu'elles ont reçue du calorique. (*Voy.* CALORIQUE).

La compressibilité des corps suppose l'écartement des molécules, c'est-à-dire la porosité. (*Voyez* le mot POROSITÉ). Ces deux propriétés sont communes à tous les corps de la nature ; elles marchent ensemble sur des lignes parallèles, et leur degré d'intensité dépend de la quantité de calorique dont les corps sont pénétrés.

L'extrême compressibilité des fluides aériformes donne naissance à un grand nombre de phénomènes qui ont fixé notre attention à l'article Air (*voyez* le mot AIR) : celle des solides ne se manifeste pas d'une manière aussi sensible ; elle existe néanmoins, et les preuves qui attestent son existence ne sauroient paroître équivoques.

Un coup de marteau fortement frappé contre une substance métallique quelconque, y laisse une impression assez profonde qui annonce le rapprochement des molécules dans l'endroit où s'est faite la percussion. Une boule de marbre, d'ivoire ou d'acier tombant sur un plan d'une certaine hauteur, se réfléchit, et le mouvement de réflexion suppose la compressibilité.

Nous ne pouvons produire en faveur de la compressibilité des liquides des témoignages aussi frappans que ceux qui déposent pour la compressibilité des solides : aussi la compressibilité des liquides a-t-elle paru pendant long-temps équivoque. Les académiciens de Florence ont même prétendu que les liquides jouissent exclusivement de l'incompressibilité ; mais nous prouvons, article EAU, que les expériences sur lesquelles ces physiciens fondent leur opinion sont des expériences illusoires, et que les preuves d'incompressibilité qu'ils en tirent se convertissent en preuves de compressibilité, pour peu qu'on fasse attention aux circonstances qui les accompagnent.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les liquides résistent vivement aux moyens que nous employons pour effectuer leur compression ; et c'est sans doute à cette vive résistance que nous devons le vin, le cidre, les huiles, en un mot tous les liquides que nous tirons par expression des végétaux. Si la compressibilité des liquides égaloit seulement celle des solides qui les renferment, il seroit impossible d'effectuer leur séparation.

COMPRESSIBLE. On donne cette épithète aux corps susceptibles d'être comprimés. D'après ce que nous avons dit au mot *compressibilité*, il suit que tous les corps de la nature sont compressibles.

COMPRESSION. Action par laquelle un corps en presse un autre et le réduit ainsi à un volume moindre que celui qu'il avoit auparavant. L'effet que fait naître la compression est proportionnel au degré de force avec lequel agit le corps qui comprime, au degré de compressibilité du corps comprimé et au degré de résistance

que fait ce dernier, soit à raison de sa masse, soit à raison des obstacles qui le retiennent.

COMPRESSION (Fontaine de). *Voyez* Fontaine de compression.

COMPRESSION (Machine de). *Voyez* Machine de compression.

COMPRIMÉ. Epithète qu'on donne à un corps qui a éprouvé une compression quelconque. (*Voyez* Compression).

COMPTE-PAS. C'est la même chose qu'*odomètre*. (*Voyez* Odomètre.

CONCAVE. On donne cette épithète à la surface intérieure d'une sphère crensée.

Si les surfaces concaves sont polies au point de réfléchir régulièrement les rayons lumineux, elles en diminuent la divergence et en augmentent la convergence (*Voyez* Miroir concave). Mais si ces surfaces concaves appartiennent à des corps qui prêtent passage au fluide lumineux, ces corps deviennent par là propres à augmenter la divergence et à diminuer la convergence des rayons. (*Voyez* Verre concave).

L'épithète *concave* s'applique donc particulièrement aux miroirs et aux verres optiques. Les verres concaves sont ou concaves des deux côtés, et alors on les appelle simplement *concaves;* ou convexes d'un côté et plans de l'autre, et alors ils se nomment *plans concaves;* ou enfin concaves d'un côté et convexes de l'autre, et alors ils reçoivent le nom de *menisques*, de *sphériques-concaves* ou de *convexes-concaves*, suivant que la convexité est d'une moindre sphère, d'une sphère égale, ou d'une sphère plus grande que la concavité.

Les verres concaves ont la propriété de faire diverger les rayons qui les traversent; les verres convexes ont celle de les rapprocher, et cela d'autant plus que leur concavité ou leur convexité sont des portions de plus petites sphères. (*Voyez* Lentille et Miroir).

Il suit de là que les rayons parallèles, tels que ceux qui nous viennent du soleil, deviennent divergens après avoir passé à travers un verre concave; que les rayons divergens le deviennent davantage, et que les rayons convergens sont rendus ou moins convergens, ou parallèles, ou même divergens. C'est pourquoi les objets vus à travers des verres concaves, paroissent d'autant plus petits que les concavités des verres sont des portions de plus petites sphères. (*Voyez* Lentille, réfraction, etc.)

Les miroirs concaves produisent un effet contraire à celui des verres concaves; ils réfléchissent les rayons lumineux et les rendent toujours plus convergens, excepté lorsque l'objet est situé entre le miroir et son foyer: de-là vient que les miroirs concaves exposés à l'activité des rayons solaires, brûlent les substances les plus réfractaires situées à leur foyer. (*Voyez* Miroir concave).

CONCAVE (Miroir). *Voyez* Miroir concave.

CONCAVE (Verre). *Voyez* Verre concave.

CONCENTRATION. On appelle ainsi le rapprochement des molécules intégrantes d'un corps déterminé par la soustraction d'une substance qui étoit interposée entre ces molécules, et qui est étrangère ou surabondante au corps concentré. Ainsi une dissolu-

tion saline se concentre lorsqu'on enlève une partie de l'eau de cette dissolution.

CONDENSABILITÉ. Propriété qu'ont les corps de pouvoir être réduits à un moindre volume par le refroidissement. Toutes les fois qu'un corps se trouve en contact ou au voisinage d'autres corps qui ont pour le calorique une attraction supérieure à la sienne; il cède à ces corps une partie de celui qui le pénètre. L'abandon du calorique détermine le rapprochement des molécules et fait naître la condensation; et comme il n'existe point de corps dans la nature dont les molécules ne puissent être rapprochées par la perte du calorique, il s'ensuit que la condensabilité est une propriété commune à tous. Il ne faut pourtant pas la confondre avec les propriétés qui accompagnent toujours la matière, et qu'on ne sauroit lui enlever sans anéantir son existence. La condensabilité est, comme la porosité et la compressibilité, une de ces propriétés accidentelles et variables qui ne doivent leur existence qu'à la présence du calorique.

CONDENSATEUR. Les physiciens ont donné ce nom à un instrument propre à réduire un fluide élastique d'une masse donnée, à occuper un plus petit espace.

CONDENSATEUR ÉLECTRIQUE. Instrument qui sert à rendre sensibles de très-petites quantités d'électricité, fournies par des corps environnans, en les déterminant à s'accumuler sur la surface qu'il présente à leur action.

C'est à *Volta* que nous devons l'invention du condensateur électrique. Le premier qu'il a imaginé consiste en un disque de marbre blanc sur lequel on place un disque de cuivre isolé, à l'aide d'un cylindre de verre fixé à son centre. On fait communiquer le corps qu'on veut dépouiller d'une très-petite quantité d'électricité, avec le disque métallique qui la reçoit par communication; le marbre blanc sur lequel ce disque repose étant demi conducteur, c'est-à-dire isolant quoiqu'imparfaitement, si l'on répète plusieurs fois la même opération, les petites quantités d'électricité fournies successivement au condensateur s'accumuleront sur la surface qu'il présente à leur action de manière à devenir sensible, lorsque prenant le disque métallique par son manche de verre, on le présentera au bouton de l'électromètre.

Le second condensateur que nous devons à *Volta* est celui qu'il destine à rendre sensible l'électricité que développe le contact répété de deux métaux hétérogènes. Cet instrument consiste en un disque de bois de trois décimètres (environ un pied) de diamètre, et de 27 millimètres (un pouce) d'épaisseur. Ce disque dont la surface est bien polie, est recouvert de taffetas enduit d'une couche de résine élastique. Ce taffetas est bien tendu sur la surface du disque et assujetti par un cordon qu'on fait passer dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur du disque, et qu'on serre fortement. On pose sur ce disque de bois ainsi recouvert et communiquant avec la terre, un disque de cuivre qui a un peu moins de diamètre que le premier, et qui est isolé à l'aide d'un cylindre de verre fixé à son centre.

Ce condensateur ne peut servir à manifester l'électricité que développe le contact de deux métaux hétérogènes. Il est aisé de s'en convaincre par l'expérience suivante.

Expérience. Prenez deux disques, l'un de cuivre, l'autre de zinc, isolés à la faveur d'un cylindre de verre fixé au centre de chacun; faites toucher 15 ou 20 fois ces deux disques par autant de points qu'il est possible, et à chaque contact portez le disque de cuivre sur le disque reposant sur le taffetas résineux. Si vous prenez ensuite par son manche isolant ce dernier disque et que vous le présentiez au bouton d'un bon électromètre, la divergence des feuilles d'or ou des pailles, annoncera l'existence de l'électricité; et la présence d'un bâton de cire d'Espagne frotté, attestera qu'elle est résineuse ou négative. Répétez la même opération avec cette différence, qu'après chaque contact des deux disques, vous présenterez au condensateur le disque de zinc au lieu du disque de cuivre; l'électromètre vous annoncera l'existence de l'électricité dans le disque de cuivre du condensateur. Mais l'électricité sera encore résineuse ou négative, et cependant elle devroit être positive ou vitrée, si réellement l'électricité qui se manifeste, étoit celle qui est déposée sur le condensateur par les disques métalliques.

Ce condensateur est donc infidèle, ou pour mieux dire, c'est un véritable électro-moteur; et l'électricité que manifeste l'électromètre à l'approche du disque métallique du condensateur, n'y a point été déposée; elle s'est développée par le contact immédiat du taffetas résineux avec le disque métallique. Je n'entrerai point ici dans un plus long détail sur ce sujet, qui se trouve traité avec tout le développement que son importance commande, au mot *électricité*, article qui a pour objet l'électricité que développe le contact d'une substance résineuse avec les substances métalliques.

Volta a imaginé un troisième condensateur qui se compose de deux disques de cuivre d'environ 54 millimètres (2 pouces) de rayon. On visse un de ces disques, qu'on appelle *collecteur*, à la place du bouton de l'électromètre, et sa surface supérieure est enduite d'une légère couche de vernis résineux. L'autre disque qui porte au centre d'une de ses surfaces une tige isolante, et dont l'autre surface est enduite d'une couche légère de vernis repose sur le premier. L'appareil étant ainsi disposé, on met en contact avec le collecteur le corps qui doit lui fournir de petites quantités d'électricité; et dans le même temps on touche avec le doigt le disque supérieur. Après un certain nombre de contacts, on enlève le dernier disque par son manche isolant. Les feuilles ou les pailles de l'électromètre s'écartent, et l'on détermine l'espèce d'électricité à l'aide d'un bâton de cire d'Espagne électrisé par frottement.

Nous reviendrons sur ces instrumens, soit pour apprécier leur exactitude, soit pour expliquer les phénomènes qu'ils présentent. (*Voy.* au mot ELECTRICITÉ les articles qui traitent de l'électricité que le contact développe, et de la théorie de l'électricité.)

CONDENSATEUR PNEUMATIQUE. J'appelle condensateur pneumatique toute machine qui sert à condenser de l'air dans un espace donné.

On condense l'air dans le fusil à vent et dans la fontaine de compression. On le condense dans un globe creux, en y faisant entrer de l'air à l'aide d'une pompe, et en adaptant à la surface intérieure de l'orifice fait au

globe, une soupape qui permette à l'air d'entrer et qui l'empêche d'en sortir. On peut aussi condenser l'air dans le récipient de la machine pneumatique; mais il faut, pour cette opération, que le récipient soit fortement retenu sur la platine, et qu'il soit assez fort pour résister à la pression intérieure que l'air condensé doit exercer sur ses parois. (*Voy.* MACHINE PNEUMATIQUE et MACHINE DE COMPRESSION.)

CONDENSATION. Diminution du volume d'un corps, déterminé par la perte qu'il fait d'une portion du calorique dont la présence nécessitoit l'écartement de ses molécules.

Pour condenser un corps quelconque il suffit de le refroidir, et sa condensation est toujours proportionnelle au degré de refroidissement qu'il éprouve. On trouva à l'observatoire pendant le grand froid de l'année 1670, que les corps les plus durs, tels que du marbre, du verre et des métaux, étoient sensiblement condensés par le froid. Ils étoient devenus plus durs et plus cassans qu'auparavant. Ce ne fut qu'au dégel qu'ils reconvrèrent leurs premières propriétés en recouvrant leurs premières dimensions.

CONDENSÉ. On donne cette épithète à tout corps qui a diminué de volume par le refroidissement. (*Voyez* CONDENSATION.)

CONDUCTEUR D'ÉLECTRICITÉ OU DU FLUIDE ELECTRIQUE. Sous le rapport de l'électricité, on divise tous les corps connus principalement en deux classes, savoir: en *bons conducteurs* et en *mauvais conducteurs*.

Les *bons conducteurs* sont ceux qui transmettent facilement le fluide électrique; mais exclusivement aux corps de la même espèce qui sont en contact avec eux. Tels sont particulièrement tous les métaux, tous les fluides à l'exception de l'air et de l'huile, les parties fluides des animaux, la fumée, la flamme, la vapeur de l'eau bouillante, la neige, la glace, les sels métalliques, etc.

Les *mauvais conducteurs* sont ceux qui retiennent le fluide électrique comme encbaîné entre leurs molécules, et ne lui permettent jamais de se répandre d'une manière sensible sur les corps environnans. Tels sont le verre, les résines, l'ambre, le soufre, le bois séché au four, toutes les matières bitumineuses, la cire, la soie, la laine, le coton, l'air sec, les huiles, etc., etc.

Nous ne connoissons aucun corps qui soit ou parfaitement mauvais ou parfaitement bon conducteur. Le fluide électrique éprouve toujours une espèce de résistance dans les meilleurs conducteurs, et une certaine facilité à s'échapper, soit à travers la propre substance, soit le long de la surface des mauvais conducteurs, aussi est-il difficile de tracer la limite qui sépare les bons des mauvais conducteurs. Cette difficulté augmente encore par la faculté qu'ont les mauvais conducteurs de devenir assez bons conducteurs par la chaleur et par l'humidité. Nous donnons le nom de *demi-conducteurs* aux corps qui tiennent en quelque sorte le milieu entre les bons et les mauvais conducteurs. Tels sont le marbre et plusieurs substances pierreuses, le verre fortement chauffé, le bois en ignition, l'air chaud ou humide, la viande crue, les plantes fraîches, etc.

Les corps conducteurs jouissent d'une propriété singulière, qui consiste en ce que le fluide libre, qui tient un

bon conducteur à l'état électrique, est répandu à sa surface, de manière qu'il n'en existe aucune portion sensible dans son intérieur. (*Voyez* à ce sujet le mot ÉLECTRICITÉ, IIe. section, chap. 4.)

On appelle aussi *conducteur*, dans une machine électrique, le cylindre métallique garni à une de ses extrémités d'une ou de plusieurs pointes, et destiné à recevoir immédiatement l'électricité du plateau de verre. (*Voy.* les mots ELECTRICITÉ et MACHINE ÉLECTRIQUE.)

CONDUCTEUR DU CALORIQUE. On appelle ainsi un corps quelconque qui prête passage au calorique. Si ce fluide traverse le corps avec facilité, on le nomme *bon conducteur*. S'il le traverse lentement et après avoir éprouvé plus ou moins de résistance, le corps prend le nom de *mauvais conducteur* du calorique.

Les métaux sont les meilleurs conducteurs du calorique. L'eau est un assez bon conducteur de ce fluide; mais elle ne doit cette propriété qu'à la grande mobilité dont jouissent ses molécules. *Crawford* a essayé de faire fondre un morceau de glace au fond d'un vase plein d'eau. Il a resté à se fondre beaucoup plus de temps qu'à sa surface. C'est que les molécules qui touchent la surface du vase qui s'échauffe, une fois unies à une portion de calorique, deviennent spécifiquement plus légères; elles gagnent le niveau supérieur, sont remplacées par les plus froides qui sont les plus pesantes; d'où résultent deux courans continus de molécules, l'un ascendant et l'autre descendant.

Parmi les mauvais conducteurs du calorique, on distingue principalement le charbon, la soie, la laine, le verre, la paille, etc. (*Voy.* le mot CALORIQUE art. Ier.)

CONGÉLATION. Opération de la nature par laquelle l'eau passe de l'état de liquide à celui de solide.

La congélation a été pendant longtemps un mystère inaccessible à la sagacité des physiciens. *Gassendi, Lahire* et plusieurs autres savans, avoient imaginé l'existence des atomes frigorifiques qui s'insinuent à travers les pores d'un liquide, et altèrent par degrés le mouvement de ses molécules jusqu'à ce qu'elles soient fixées en un corps entièrement solide.

Mussembrok a soutenu, contre ces derniers, que le froid consiste dans la privation du calorique; mais admettant entre le froid et la congélation une différence sensible, il a imaginé une matière suspendue dans l'air, qui, pénétrant les molécules de l'eau, fixe leur mobilité respective et détermine leur passage à la solidité. La gelée est considérable si cette matière se trouve abondamment dans l'atmosphère. La gelée est foible ou nulle, quoique le froid soit rigoureux, lorsque l'air environnant ne contient que peu ou point de cette substance.

Mais laissons-là ces hypothèses que la physique a justement condamnées à l'oubli, du moment que l'observation et l'expérience se sont réunies pour en attester la fausseté.

L'eau passant de l'état de liquide à celui de solide, perd une partie du calorique qui lui est propre.

Expérience. Plongez deux thermomètres, l'un dans l'eau qui se change en glace, l'autre dans une atmosphère assez froide pour faire geler l'eau. L'expérience fait voir que le

premier marque quelques degrés au-dessus de zéro, tandis que le second reste constamment à zéro ou au-dessous : d'où il résulte qu'une partie du calorique combiné avec l'eau liquide, l'abandonne dans son passage de cet état à celui de solide, et conséquemment que l'eau solide ou la glace n'est autre chose que de l'eau liquide, moins une certaine quantité de calorique.

Quand la glace passe à l'état de liquide, il se produit du froid dans l'air environnant. Cela vient, sans doute, de ce que l'eau ne peut passer de l'état de solide à celui de liquide, sans recouvrer la même quantité de calorique qu'elle avoit perdue dans son passage à l'état de solide, et qui ne peut lui être fournie que par l'atmosphère environnant.

Le contact de l'air favorise beaucoup la formation de la glace; car si l'on ferme exactement l'orifice d'un vase qu'on a rempli d'eau, elle se gèle très-lentement, quoiqu'elle soit soumise à un degré de froid plus que suffisant pour la congélation. Au même degré de froid la congélation est rapide, du moment que l'eau devient accessible à l'air extérieur.

Ce phénomène est semblable à celui de la cristallisation des sels, que la présence de l'air rend toujours plus rapide.

Un léger mouvement accélère la formation de la glace : l'expérience atteste cette vérité; et comme on observe la même chose dans la cristallisation des sels, ces deux phénomènes offrent divers points d'analogie, qui nous portent à conclure que la congélation est une véritable cristallisation : les observations du célèbre *Demayran* confirment cette conclusion. Ce physicien rapporte que lorsque la congélation n'est pas très-prompte, la glace se présente sous la forme d'aiguilles adhérant les unes aux autres sous un angle de 60 ou 120 degrés.

La glace surnage l'eau; d'où il résulte qu'elle a plus de volume et conséquemment moins de pesanteur spécifique que n'en avoit, avant la congélation, l'eau qui a servi à la former. Cette augmentation du volume de l'eau dans son passage de l'état de liquide à celui de solide, donne naissance à des effets qui ont dû d'abord exciter de la surprise.

Un canon de fer rempli d'eau et bien fermé, ayant été exposé par *Huyghens* à une forte gelée, creva en deux endroits au bout de douze heures.

Les académiciens de Florence ont fait rompre par un moyen semblable plusieurs vaisseaux métalliques de forme sphérique. Ne soyons donc point surpris que la même cause soulève le pavé des rues; qu'elle fasse crever les tuyaux des fontaines, quand on n'a pas la précaution de les tenir vides; qu'elle fende les pierres et qu'elle détruise le tissu des végétaux.

Mais comment allier l'augmentation du volume de l'eau passant de l'état de liquide à celui de solide avec le rapprochement réel de ses molécules, nécessité par l'abandon du calorique.

Pour expliquer ce phénomène, il importe d'observer, 1°. que l'eau contient plus ou moins d'air, à moins qu'on l'en ait purgée par des procédés chimiques; 2°. que l'air contenu dans l'eau s'y trouve dans un état de dissolution par ce liquide qui lui a donné sa

forme et sa densité, comme l'attestent la théorie des dissolutions et les expériences de *Mariotte*, desquelles il résulte qu'une très-petite masse d'eau contient de l'air qui, rendu à son état de liberté, a beaucoup plus de volume que la masse d'eau qui le tenoit en dissolution; 3°. que dans l'acte de la congélation, l'eau abandonne l'air qu'elle tenoit en dissolution, et qui conséquemment reprend l'état élastique que la dissolution lui avoit fait perdre.

Il suit de là que l'air dissous dans l'eau avoit une densité à peu près égale à celle du liquide, c'est-à-dire, environ huit cents fois plus grande que sa densité ordinaire : donc en reprenant son état élastique, il occupe un espace à peu près huit cents fois plus grand qu'auparavant ; il tend donc à écarter les différentes couches d'eau à mesure qu'elles passent à l'état solide, et à augmenter ainsi le volume total de la masse où il est alors emprisonné.

Mais indépendamment de l'air dissous dans l'eau, ce liquide peut acquérir plus de volume en passant à l'état de solide, quoique ses molécules se rapprochent réellement ; car la congélation s'opère en vertu d'une force de cristallisation qui peut faire qu'il se forme entre les divers cristaux des espaces vides dont la somme fasse plus que compenser le rapprochement qu'éprouvent les molécules par la retraite du calorique, d'où doit nécessairement résulter une augmentation de volume. Plusieurs expériences que j'ai faites avec soin viennent à l'appui de cette conclusion. Il m'est arrivé souvent d'exposer sous la cloche pneumatique à l'action de la gelée des fioles à médecine pleines d'eau bien purgée d'air : la rupture des fioles a toujours attesté une augmentation sensible de volume.

CONDUITE D'EAU. Suite de tuyaux de métal, de bois, d'argile cuite ou de pierre, qui sert à conduire des eaux d'un lieu dans un autre.

Le lieu où l'on veut conduire l'eau doit être un peu moins élevé que celui d'où elle part, parce que le liquide éprouve contre les parois du tuyau un frottement qui altère sa vitesse. S'il se trouve alternativement des cavités et des élévations entre le lieu d'où on tire l'eau et celui où l'on veut la conduire, et qu'on ne veuille pas couper le terrain et faire arriver l'eau par une seule pente, il faut faire descendre les tuyaux jusques dans le fond des vallées et les faire passer ensuite par-dessus les élévations qu'on suppose toujours d'une hauteur moindre que celle du lieu d'où on tire l'eau : mais, dans se cas-là, il peut arriver qu'il s'introduise dans quelques parties des tuyaux des colonnes d'air qui n'aient pas la force d'élever les eaux. On obvie à cet inconvénient en faisant dans la partie supérieure de chaque coude un orifice par lequel on fera échapper l'air, et que l'on fermera ensuite à l'aide d'un robinet : mais, en général, il faut, autant qu'il est possible, éviter les coudes, et même les angles droits pour diminuer le frottement.

CONFIGURATION. C'est la forme extérieure ou plutôt l'arrangement des surfaces qui terminent un corps.

CONJONCTION. On dit que deux planètes sont en conjonction lorsqu'elles répondent toutes deux au même point du zodiaque, ou, ce qui

est la même chose, lorsqu'elles ont la même longitude. (*Voyez* Longitude). Si Mars et le Soleil, par exemple, vus de la terre, répondent tous deux au même point du zodiaque, de manière qu'une ligne droite menée de Mars à la terre passe par le Soleil, on dit que Mars est en conjonction avec le Soleil : il en est de même des autres planètes supérieures. Mais à l'égard des planètes inférieures, telles que Mercure et Vénus, qui ne se trouvent jamais en opposition avec le Soleil, parce que leur orbe n'embrasse pas l'orbe de la terre, (*Voyez* Opposition), on distingue leurs *conjonc-jonctions* en *conjonction supérieure* et en *conjonction inférieure*. Elles sont en *conjonction supérieure* avec le Soleil, lorsque, vues de la terre et répondant au même point du zodiaque que le Soleil, cet astre se trouve placé entre elles et la terre. Elles sont en *conjonction inférieure* lorsque, répondant au même point du zodiaque que le Soleil, elles sont situées entre le Soleil et la terre.

CONSERVES. Ce sont des verres plans, un peu colorés en vert, et disposés en forme de lunettes. Puisque les verres dont se composent les conserves sont plans, il est visible qu'ils ne sont point destinés à grossir les objets ; ils servent seulement par la couleur obscure qu'on leur donne à absorber une partie des rayons lumineux et à empêcher ainsi que des yeux foibles et délicats soient blessés par une trop grande clarté. C'est sans doute cette propriété qui leur a mérité le nom de *conserves*.

CONSTELLATIONS. Le nombre des étoiles fixes est sans doute trop considérable pour pouvoir les distinguer les unes des autres et leur donner à chacune un nom particulier. Il étoit néanmoins nécessaire de les reconnoître, afin de leur rapporter comme à autant de points fixes les mouvemens des autres astres : c'est ce qui a porté les astronomes à partager le ciel en divers groupes d'étoiles qu'on appelle *constellations*.

Ptolémée qui, le premier, dressa un catalogue des étoiles, en forma quarante-huit constellations, dont douze sont situées autour de l'écliptique, vingt-une dans la partie boréale du ciel et quinze dans sa partie australe.

Les constellations qui environnent l'écliptique et qui remplissent cette zone du ciel qu'on nomme le zodiaque, sont :

Le Bélier	♈,	La Balance	♎,
Le Taurean	♉,	Le Scorpion	♏,
Les Gémeaux	♊,	Le Sagittaire	♐,
L'Ecrevisse	♋,	Le Capricorne	♑,
Le Lion	♌,	Le Verseau	♒,
La Vierge	♍,	Les Poissons	♓,

L'écliptique fut divisée en douze parties égales : on assigna un signe à chacune d'elles et on lui donna le nom de la constellation qui s'y trouvoit alors. Il faut cependant en excepter le signe de la Balance, dont les étoiles faisoient autrefois partie du Scorpion, qui occupoit deux signes ; mais afin de faire répondre une constellation à chaque signe, on proposa de rétrécir l'espace qu'occupoit le Scorpion pour y placer la figure de Jules-César avec une balance à la main : c'est pourquoi ce signe qu'on appeloit auparavant les Serres du Scorpion, prit ensuite le nom de *la Balance*.

Les douze constellations du zodiaque comprennent quatre cent quarante-cinq étoiles, dont quatre sont de la première grandeur, douze de la seconde, cinquante-une de la troisième, quatre-vingts de la quatrième, cent vingt-un de la cinquième, cent trente-deux de la sixième, et quarante-cinq informes.

Les constellations situées dans la partie boréale du ciel sont :

La petite Ourse, la grande Ourse, le Dragon, Céphée, le Bouvier, la Couronne boréale, Hercule, la Lyre, l'Oiseau ou le Cigne, Cassiopée, Persée, le Cocher, le Serpentaire, le Serpent, la Flèche, l'Aigle, le Dauphin, le petit Cheval, Pégase, Andromède, le Triangle.

Ces vingt-une constellations comprennent sept cents étoiles, dont trois sont de la première grandeur, vingt-cinq de la seconde, quatre-vingt-une de la troisième, cent cinquante-une de la quatrième, cent cinq de la cinquième, cent trente-quatre de la sixième, et deux cent une informes.

A ces vingt-unes constellations de la partie boréale du ciel, *Tycho-Brahé* en a ajouté deux autres, savoir, *la Chevelure de Bérénice*, qui comprend les étoiles informes situées près de la queue du Lion, et *Antinoüs* qui se compose des étoiles placées au voisinage de l'Aigle.

Les constellations décrites par *Ptolemée*, qui se trouvent dans la partie australe du ciel, sont :

La Baleine, Orion, le fleuve Eridan, le Lièvre, le grand Chien, le petit Chien, le Navire, l'Hydre femelle, la Coupe, le Corbeau, le Centaure, le Loup, l'Autel, la Couronne australe, le Poisson austral.

Les astronomes modernes ont fait vers l'hémisphère austral différens voyages qui les ont mis à même d'en observer les étoiles et d'en former de nouvelles constellations. Aux quinze que nous venons d'indiquer on en a ajouté douze autres qui ont été décrites par *Jean Bayer*, savoir :

Le Paon, le Toucan, la Grue, le Phœnix, la Dorade, le Poisson volant, l'Hydre mâle, le Caméléon, l'Abeille ou la Mouche, l'Oiseau de Paradis, le Triangle austral, l'Indien.

Ces vingt-sept constellations comprennent cinq cent soixante-une étoiles, dont onze sont de la première grandeur, vingt-cinq de la seconde, soixante-quatre de la troisième, cent quatre-vingt-quatre de la quatrième, cent vingt-deux de la cinquième, soixante-quinze de la sixième, et quatre-vingt informes.

Les étoiles qui composent les douze constellations du zodiaque, les vingt-une de la partie boréale du ciel, décrites par *Ptolemée*, et les vingt-sept de la partie méridionale que nous venons de nommer, font ensemble le nombre dix-sept cent six, dont dix-huit sont de la première grandeur, soixante-deux de la seconde, cent quatre-vingt-seize de la troisième, quatre cent quinze de la quatrième, trois cent quarante-huit de la cinquième, trois cent quarante-une de la sixième, et trois cent vingt-six informes.

Aux constellations de la partie australe du ciel, on en a ensuite ajouté deux autres; savoir, la *Colombe* et la *Croix*. Malgré cela, il restoit encore de très-grands vides que *Lacaille*

a remplis de quatorze nouvelles constellations qu'il a consacrées aux arts, en leur donnant les figures et les noms des principaux instrumens. En voici le tableau, tel qu'il l'a tracé lui-même dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, page 588.

I. L'*Atelier du sculpteur*. Il est composé d'un scabellon qui porte un modèle, et d'un bloc de marbre, sur lequel on a posé un maillet et un ciseau.

II. Le *Fourneau chimique*, avec son alambic et son récipient.

III. L'*Horloge à pendule et à secondes*.

IV. Le *Rèticule rhomboïde*. Petit instrument astronomique.

V. Le *Burin du graveur*. La figure est composée d'un burin et d'une échope en sautoir, liés par un ruban.

VI. Le *Chevalet du peintre*, auquel est attachée une palette.

VII. La *Boussole*, ou le *Compas de mer*.

VIII. La *Machine pneumatique*, avec son récipient, pour représenter la physique expérimentale.

IX. L'*Octant*, ou le *Quartier de réflexion*, principal instrument des navigateurs, pour observer la hauteur du pôle, etc.

X. Le *Compas du géomètre*.

XI. L'*Equerre* et la *Règle de l'architecte*.

XII. Le *Télescope*, ou la *Grande Lunette astronomique* suspendue à un mât.

XIII. Le *Microscope*. C'est un tuyau placé au-dessus d'une boîte carrée.

XIV. La *Montagne de la table*, célèbre au cap de Bonne-Espérance par sa figure de table, et principalement par un nuage blanc qui vient la couvrir en forme de nappe, à l'approche d'un vent violent du sud-est.

Dans l'année 1679, *Augustin Royer* publia des cartes célestes, dans lesquelles on trouve les étoiles informes rangées sous onze nouvelles constellations, dont cinq sont dans la partie septentrionale du ciel, et six dans la partie méridionale.

Les cinq situées vers le nord sont :

La Giraffe, le Fleuve du Jourdain, le Fleuve du Tigre, le Sceptre, la Fleur de Lis.

Les six situées vers le midi sont :

La Colombe, la Licorne, la Croix, le Grand Nuage, le Petit Nuage, le Rhomboïde.

Plusieurs de ces constellations ont été adoptées dans le grand atlas de *Flamsted*, et dans le planisphère anglais, dont les astronomes se servent journellement.

Hévélius forma aussi de nouvelles constellations, comme on peut le voir dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum Sobestianum*, publié en 1690, avec des cartes célestes. Voici les noms de ces constellations :

Le Monocéros, le Camélopard, le Sextant d'Uranie, les Chiens de chasse, le Petit Lion, le Linx, le Renard avec l'Oie, l'Ecu de Sobieski, le Lézard, le Petit Triangle, le Cerbère.

Quelques-unes de ces constellations répondent à celles de *Royer* : comme, par exemple, le Camélopard à la Giraffe, les Chiens de chasse au

Fleuve du Jourdain, le Renard avec l'Oie au Fleuve du Tigre, le Renard au Sceptre, le Monocéros à la Licorne.

On trouve encore dans les cartes de *Flamsted* d'autres constellations nommées le *Mont-Ménale*, le *Rameau* qui répond à *Cerbère*, le *Cœur de Charles II*, la *Petite Croix*, et le *Chêne de Charles II*. Ces constellations sont peu apparentes, et il est rare que les astronomes en fassent usage.

Jean Bayer a rendu un grand service à tous ceux qui ont besoin de bien connoître le ciel étoilé, en publiant des cartes célestes, dans lesquelles les étoiles de chaque constellation sont désignées chacune par une lettre de l'alphabet grec ou latin; ce qui a été reçu de tous les astronomes qui l'ont suivi: de sorte que, pour désigner telle ou telle étoile de telle ou telle constellation, au lieu de se servir d'une périphrase, il suffit de dire l'étoile α, ou β, ou γ de telle constellation. *Lacaille* a suivi cette méthode à l'égard des quatorze nouvelles constellations qu'il a formées vers le pôle austral, et dont nous avons déjà parlé.

CONTACTS. On appelle ainsi deux parallélipipèdes de fer, par le moyen desquels on réunit deux barreaux magnétiques pour conserver plus long-temps leur vertu.

L'expérience a fait voir que ces contacts, pour bien conserver la vertu des barreaux, doivent être faits de fer doux, et non d'acier. Ils doivent avoir une épaisseur égale à celle des barreaux, une longueur égale à la largeur des deux barreaux, et de plus à la largeur de la petite règle de bois qui les sépare. Leur largeur doit être telle, que la vertu magnétique des barreaux n'exerce point son activité au travers. Il suffit pour cela de leur donner une largeur qui égale une fois et demi celle des barreaux (*Voyez* BARREAU MAGNÉTIQUE).

CONTRACTION. Espèce de mouvement par lequel un corps se resserre dans un plus petit espace. C'est par le mouvement de contraction, ainsi que par celui d'extension, que les muscles deviennent les agens principaux des mouvemens du corps. C'est aussi par le moyen de ces deux sortes de mouvemens que la plupart des animaux de la classe des vers et quelques reptiles, ont le mouvement progressif.

CONVERGENCE. Disposition de deux ou plusieurs lignes qui, partant de différens points, tendent à se réunir en un seul.

CONVERGENT. On donne cette épithète à des lignes qui, partant de différens points, se rapprochent sans cesse, de manière que si aucun obstacle ne s'y oppose, elles se réunissent en un seul et même point.

CONVEXE. On appelle ainsi toute surface courbe dont le milieu est plus élevé que les bords.

CONVEXE (miroir. *Voyez* MIROIR CONVEXE).

CONVEXE (verre. *Voyez* VERRE CONVEXE).

CONVEXITÉ. C'est la surface extérieure d'une sphère, d'un cylindre, d'une calotte, etc. etc.

COPERNIC (sphère de. *Voyez* SPHÈRE DE COPERNIC).

COPERNIC (système de). Système d'après lequel le soleil est immobile au centre du monde, tandis que la terre est animée d'un mouvement de translation autour du soleil,

et d'un mouvement de rotation sur son axe.

Copernic, à qui on attribue ce système, naquit à Thorn dans la Prusse polonaise, en 1743. Une éducation soignée contribua beaucoup à développer des talens dont le germe s'étoit manifesté dès sa plus tendre enfance. Après avoir terminé, à Cracovie, le cours de ses premières études, un goût décidé pour l'astronomie détermina son départ pour l'Italie, qui étoit alors le foyer de ce genre de connoissances. Il suivit, à Bologne, les leçons de *Dominique Maria*; de là il passa à Rome, où sa réputation et ses talens lui firent obtenir une place de professeur. Après plusieurs années d'exercice, il renonça à cette pénible, mais honorable profession, et quitta Rome pour se fixer à Fravenberg, où il se livra entièrement à l'étude des phénomènes célestes. C'est dans cette paisible retraite qu'il résolut de réformer le système de *Ptolémée*, dont l'extrême complication le choquoit depuis long-temps. Il chercha dans les philosophes de l'antiquité une disposition plus simple de l'univers. Il trouva que plusieurs d'entre eux avoient fait mouvoir Mercure et Vénus autour du soleil; que *Nicétas*, suivant le rapport de *Cicéron*, donnoit à la terre un mouvement de rotation, qui faisoit disparoître l'inconvénient de l'énorme vitesse qu'il falloit supposer à la sphère céleste, pour effectuer sa révolution diurne. *Aristote* et *Plutarque* lui apprirent que les Pythagoriciens faisoient mouvoir la terre et les planètes autour du soleil, qui occupoit le centre du monde. Il fut frappé de la simplicité de ces idées; il les appliqua aux observations astronomiques, et il vit tous les phénomènes se plier comme d'eux-mêmes à l'hypothèse des mouvemens de la terre. La révolution diurne du soleil et de tous les astres ne fut qu'une apparence que faisoit naître la rotation de la terre, et la précession des équinoxes se réduisit à un léger mouvement dans l'axe de la terre. Les cercles imaginés par *Ptolémée* pour exprimer les mouvemens tantôt directs et tantôt rétrogrades des planètes, s'évanouirent. *Copernic* ne vit dans ces phénomènes que de simples illusions dues au mouvement de la terre autour du soleil, combiné avec celui des planètes. (*Voyez* les mots MOUVEMENT DE LA TERRE et SYSTÈME DU MONDE).

Copernic recueillit avec soin toutes ses idées sur le mécanisme du système planétaire, et en forma un corps d'ouvrage qui a eu un grand succès, après avoir surmonté de grands obstacles, suscités en même temps par l'ignorance et par le fanatisme. Ce grand homme n'en a pas été témoin. Il mourut (comme l'observe *Fontenelle* dans sa *Pluralité des Mondes*) le jour même qu'on lui apporta le premier exemplaire de son livre. Mais son nom vivra à jamais dans les fastes de la science.

COPERNICIEN. On appelle ainsi ceux qui soutiennent le système de *Copernic*, sur le mouvement des corps célestes.

CORBEAU. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située au-dessous de la Vierge, sur la queue de l'Hydre femelle, à côté de la Coupe. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

CORDES. Corps longs, flexibles, quelquefois simples, mais le plus souvent composés de plusieurs cordons formés par un assemblage de fils de chanvre, que le cordier tord plus ou moins.

Les cordes sont d'un usage indispensable dans le service de plusieurs machines, telles que la poulie, le treuil, le cabestan, etc. Leur roideur est un obstacle qui doit entrer pour beaucoup dans l'estimation de la résistance. Plus une corde est roide, plus, toutes choses égales d'ailleurs, elle résiste à la force qui tend à la plier sur un cylindre. Elle exige donc de la part de la puissance un plus grand effort, qu'il importe toujours d'apprécier dans la pratique.

Amontons a fait sur cet objet de nombreuses expériences; et quoique les résultats auxquels il a été conduit ne soient pas très-satisfaisans, on doit néanmoins lui tenir compte d'avoir le premier frayé la route. *Desaguillers* s'est occupé ensuite du même objet avec plus de soin et plus d'exactitude. Enfin *Coulomb* a renchéri sur les travaux de ses prédécesseurs. Le tableau des résultats que chacun d'eux a obtenus, mérite de trouver ici sa place.

TABLEAU *des résultats obtenus par* Amontous, *en employant dans ses expériences des cylindres et des cordes de différens diamètres, que l'on a chargés de poids différens.*

POIDS supportés par les cordes, exprimés en kilogrammes.	RÉSISTANCE DES CORDES autour d'un cylindre de			RAPPORT de grosseur.
	16 millim.	32 millim.	48 millim.	
29,34. . . .	135	114	90	3
	90	76	60	2
	45	38	30	1
19,56. . . .	90	76	60	3
	60	50,6	40	2
	30	25,3	20	1
9,78. . . .	45	38	30	3
	30	25,5	20	2
	15	12,6	10	1

D'où il conclut que la résistance des cordes,

1°. Est proportionnelle aux poids;

2°. Est proportionnelle à leur diamètre;

3°. Augmente suivant le diamètre du cylindre, mais dans les rapports 6, 5, 4, 3, pour des cylindres 1, 2, 3, 4.

TABLEAU *des résultats obtenus par* Desaguillers, *sur des expériences analogues.*

POIDS en kilogrammes supportés par les cordes.	RÉSISTANCE DES CORDES autour d'un cylindre de			RAPPORT de grosseur.
	16 millim.	32 millim.	48 millim.	
29,34. . . .	225	112,5	75	5
	90	45	30	2
	45	22,5	15	1
19,56. . . .	150	75	50	5
	60	30	20	2
	30	15	10	1
9,78. . . .	75	37	25	5
	30	15	15	2
	15	7,5	5	1

D'où il conclut que la résistance des cordes est,

1°. Proportionnelle aux poids;

2°. Proportionnelle à leur diamètre;

2°. En raison inverse des diamètres des cylindres.

Coulomb a fait sur le même objet un grand nombre d'expériences, qui l'ont conduit à conclure,

1°. Que relativement à la pratique, dans toutes les machines de rotation, le rapport de la pression au frottement peut toujours être supposé constant, et que la vitesse y influe trop peu pour qu'on doive y avoir égard;

2°. Que la résistance qu'il faut vaincre pour lier une corde sur un rouleau, peut être représentée par la formule $\frac{ak^m}{R} + \frac{bk^m}{R}Q$, composée de deux termes.

Le premier est une quantité constante, indépendante de la tension et de la force.

a = Quantité constante, déterminée par l'expérience.

k^m = Une puissance du diamètre de de la corde.

R = Le rayon du rouleau.

Dans le second terme,

b = Une quantité constante.

k^m = A peu près la même puissance du diamètre de la corde.

Q = La tension de la corde.

Dans les cordes de cinq à six fils courts et au-dessus, $m = 2$.

Dans les cordes à demi usées, $m = \frac{3}{2}$.

Coulomb a cherché encore à déterminer, par des expériences, combien les cordes pouvoient influer sur

la résistance, à raison de leur humidité et de leur sécheresse; il en tire la conséquence, que les cordes sèches suivent une autre marche que les cordes humides. (*Voy.* un *Mémoire de Coulomb sur les frottemens*, qui est consigné dans le dixième volume des savans étrangers).

La roideur des cordes a principalement pour cause le tors qu'on donne aux fils ou aux cordons qui les composent. Il est néanmoins avantageux de les tordre. Les fils ou cordons dont une corde est composée, n'ont pas la même fermeté dans toute leur longueur: d'où il résulte que chaque fil ou chaque cordon ne peut porter le même poids dans toute sa longueur. En tortillant ensemble plusieurs fils ou plusieurs cordons, les parties foibles de l'un s'unissent, pour ainsi dire, aux parties fortes de l'autre, et cette espèce d'union donne au tout qui en résulte plus de fermeté et de vigueur. Les expériences de *Duhamel* attestent cette vérité. Cependant le tors qu'on doit donner aux cordes a une limite qu'il est dangereux de franchir. L'expérience ne nous permet pas de douter qu'une corde de chanvre raccourcie par le tors du tiers de sa longueur, étant en état de porter un poids de 210 myriagrammes (4290 l.) sans se rompre, une autre corde semblable, fabriquée avec le même chanvre, mais moins torse que la première, au point de n'être raccourcie que du quart de sa longueur, peut supporter un poids de 257,44 myriagrammes (5259 liv.) Elle seroit capable de supporter un plus grand poids, si elle n'étoit torse qu'au point de n'être raccourcie que du cinquième de sa longueur. Ces sortes d'expériences sont d'autant moins équivoques, qu'elles ont été répétées avec le même succès par un grand nombre de physiciens. Ceux qui président les ateliers où l'on fabrique les cordes, devroient en profiter pour détruire la funeste habitude où l'on est de tordre les cordes au point de les raccourcir du tiers de leur longueur. Cette torsion trop considérable fait acquérir aux cordes une dureté et une beauté illusoires, aux dépens de leur fermeté et de leur force.

CORDE SANS FIN. Corde dont les deux bouts sont joints ensemble ou épissés, comme les cordiers épissent ensemble deux pièces de cables; telle est la corde qui entoure la roue des tourneurs, des couteliers, etc.

CORDES VIBRANTES. On appelle ainsi des cordes élastiques qui, étant tendues et pincées par un archet ou par un corps quelconque, sont animées d'un mouvement de vibration.

Les nombres de vibrations que font deux ou plusieurs cordes, se composent de divers élémens, dont il importe de connoître la nature et les proportions.

1°. Donnée même longueur et même diamètre de deux ou plusieurs cordes, les nombres des vibrations dans un temps donné sont comme les racines carrées des poids qui les tiennent tendues.

2°. Si deux cordes de même diamètre et d'inégale longueur sont tendues par des poids égaux, les nombres des vibrations sont en raison inverse des longueurs.

3°. Si deux cordes de même longueur et de différent diamètre sont tendues par des poids égaux, les nombres des vibrations sont en raison inverse des diamètres.

C'est à l'aide d'un instrument appelé *Sonomètre* (*voyez* SONOMÈTRE), qu'on fait les expériences propres à donner ces résultats : il importe de faire voir que la théorie les confirme.

Donnée même longueur et même diamètre de deux ou plusieurs cordes, les nombres des vibrations dans un temps donné, sont comme les racines carrées des poids qui les tiennent tendues.

Soient les deux cordes AB, *ab* (*fig.* 35, *pl.* 4), qui ne diffèrent que par la tension ; la première est tendue par un poids comme 1 attaché au point B, et la seconde par un poids comme 4 suspendu au point *b* ; que la corde AB étant pincée en F, vienne jusqu'en G, et que *ab* vienne jusqu'en *g*, il est visible que ces cordes se rétabliront avec une force proportionnelle à leur élasticité, qui sera comme les poids qui les tiennent tendues. Nous pouvons donc comparer ces cordes à deux pendules de même longueur, qui sont sollicités de G jusqu'à F, et de *g* jusqu'à *f*, par des forces attractives dans le rapport de 1 à 4 : donc les temps des vibrations sont comme 2 à 1, c'est-à-dire, en raison inverse des racines carrées des forces attractives ou des tensions (*voyez* PENDULES) ; et conséquemment les nombres des vibrations, qui se font dans un temps donné, sont comme les racines carrées de ces tensions.

Si deux cordes de même diamètre et d'inégale longueur sont tendues par des poids égaux, les nombres des vibrations sont en raison inverse des longueurs : car en supposant les longueurs dans le rapport de 1 à 4, il est clair que la tension se partageant uniformément sur les deux cordes, chaque point de la seconde n'aura que le quart de la tension d'un point de la première. On pourra donc, tandis que ces cordes vibreront, les regarder comme des pendules, dont les longueurs et les forces attractives sont différentes : donc les temps des vibrations seront en raison directe des racines carrées des longueurs, et en raison inverse des racines carrées des forces attractives, en sorte qu'on aura, le temps des vibrations de la première corde est au temps des vibrations de la seconde, comme $\frac{1}{1}$ est à $\frac{1}{\frac{1}{2}}$, ou comme 1 à 4 : donc les nombres des vibrations sont comme 4 à 1, c'est-à-dire, en raison inverse des longueurs.

Supposant deux cordes de même longueur tendues par des poids égaux, les nombres des vibrations sont en raison inverse des diamètres : car si les diamètres sont dans le rapport de 1 à 2, on pourra concevoir la seconde corde partagée en quatre autres de même grosseur que la première, mais dont chacune aura une tension exprimée par $\frac{1}{4}$. Les nombres des vibrations seront donc comme les racines carrées de ces tensions, c'est-à-dire, comme 1 à $\frac{1}{2}$, ou en raison inverse des diamètres.

Il suit de là qu'à densité égale, le nombre de vibrations, dans un temps donné, est proportionnel à la racine carrée du poids qui tient une corde tendue, divisée par le produit de la longueur de la corde par son diamètre.

Taylor a été le premier conduit à ce résultat, quoique par une méthode différente de celle qui m'a servi à l'établir.

Cette théorie fait voir pourquoi, dans les instrumens de musique, la partie sonore est toujours disposée de manière qu'on peut en changer facile-

ment les dimensions ou le degré de tension. Les chanterelles d'une vielle montées à l'unissou, figurent les airs, parce que les touches que l'on pousse les accourcissent plus ou moins pour former les tons. Au violon, à la basse, etc., ce sont les doigts qui tiennent lieu des touches, en serrant les cordes sur les divisions du manche. Au clavecin, où chaque corde est fixée à un seul ton, l'étendue du jeu vient d'un plus grand nombre de cordes, ainsi que de leur longueur et grosseur différentes. Il en est de même dans les instrumens à vent. Une flûte renferme une colonne d'air, qui est le corps sonore, et la longueur de cette colonne d'air varie suivant le nombre de trous que l'on débouche ou que l'on tient fermés, puisque chacun de ces trous faisant communiquer l'air extérieur avec celui du tuyau, empêche que ce dernier ne reçoive, dans toute son étendue, les vibrations qui viennent de l'embouchure. Le jeu des doigts n'entre pour rien dans le cor de chasse et la trompette; la différence des tons dépend uniquement de la manière d'augmenter ou de diminuer l'ouverture des lèvres, suivant qu'on veut produire un son plus grave ou plus aigu.

CORNÉE. C'est la plus grande et la plus forte des membranes de l'œil; elle est composée de deux parties, l'une opaque et l'autre transparente: la première est de forme sphérique; elle enveloppe toute la partie postérieure de l'œil: la seconde est un segment d'une sphère plus petite que la première; elle est le complément de l'enveloppe et se trouve à la partie antérieure. (*Voyez* Œil).

CORNET ACOUSTIQUE. On nomme ainsi un instrument à l'usage des personnes qui ont l'ouïe dure. La construction de cet instrument est fondée sur ce que les rayons sonores peuvent être réfléchis, et diverger ou converger selon qu'ils seront réfléchis par des surfaces de telle ou telle forme. D'après cela, si l'on fait un cornet dont une des ouvertures ait une grande largeur et qu'on y articule des sons, tous les rayons sonores iront avec différentes directions frapper les parois du cornet, seront réfléchis, et après une ou plusieurs réflexions, arriveront à l'autre ouverture, et les sons y seront d'autant plus intenses, que les rayons sonores arriveront en plus grand nombre et qu'ils auront subi moins de réflexions: d'où il suit que si on place la petite ouverture d'un cornet dans l'oreille d'une personne et qu'on parle dans l'autre ouverture, l'impression du son sera plus forte à l'oreille de la personne que si l'on ne se fût point servi de cornet.

La forme des cornets n'est pas indifférente; celle qui est la plus propre à augmenter l'intensité du son, est celle d'un paraboloïde dont le foyer est à la petite ouverture, parce que tous les rayons, qui ayant une direction parallèle à l'axe, vont frapper sa surface, sont réfléchis au foyer, et arrivent ainsi, après une seule réflexion, à l'ouverture du cornet.

CORNUE. Vaisseau de verre ou de grès qu'on emploie fréquemment en chimie pour les distillations qui exigent une température supérieure à celle de l'eau bouillante. La cornue est une espèce de bouteille à col long et recourbé, de manière qu'il fasse un angle avec le col de la partie renflée de la bouteille. La partie renflée se nomme le ventre de la cornue; la

partie supérieure la voûte, et la partie recourbée le col de la cornue.

CORPS. On a donné ce nom à tout ce qui manifeste son existence par quelque action sur nos sens. (*Voyez* le mot Sens).

Les corps sont solides ou fluides.

Les solides sont ceux dont les molécules sont plus ou moins étroitement unies entre elles, mais toujours assez pour opposer à leur séparation une résistance sensible.

Les fluides sont ceux dont les molécules sont si foiblement unies, qu'elles cèdent facilement à la plus légère pression.

Les fluides se divisent en trois classes :

1°. Ceux dont nous ne pouvons effectuer la compression d'une manière sensible. On les appelle *liquides*, ou *fluides incompressibles*, tels sont l'eau, le mercure, l'huile, etc ;

2°. Ceux qui sont impalpables et très-compressibles, tels sont tous les fluides aériformes ;

3°. Ceux qui sont palpables et compressibles jusqu'à un certain point, tels sont un tas de cendres, un tas de sable fin, etc.

CORPS A RESSORT. C'est la même chose que corps élastique. (*Voyez* Corps élastique).

CORPS (choc des). *Voyez* Choc des corps.

CORPS (chute des). *Voy.* Chute des corps.

CORPS DE POMPE. Cylindre creux, d'un diamètre égal dans toute sa longueur, et dont la surface intérieure est bien polie. On fait ordinairement les corps de pompe de métal, et quelquefois de bois. Ils sont garnis de soupapes; et c'est dans leur intérieur qu'on fait mouvoir le piston. (*Voyez* Soupapes, Piston et Pompe).

CORPS NON ÉLASTIQUE. Ce seroient ceux qui ne se comprimeroient pas dans le choc, ou qui, après avoir été comprimés, ne se rétabliroient pas dans leur premier état. A proprement parler, ces corps n'existent point dans la nature. Il n'y en a aucun qui n'ait un peu d'élasticité ; mais dans plusieurs l'élasticité est si peu sensible, qu'on la compte pour rien; aussi est-on dans l'usage de les appeller *corps non élastiques*.

CORPS PARFAITEMENT DUR. Ce seroit celui qui, dans le choc, ne souffriroit aucune compression. Ces sortes de corps n'existent point dans la nature. Il n'en est aucun qui ne se comprime dans le choc ; mais il y en a dont la compression, produite par le choc, est peu sensible, et ce sont ces corps qu'on appelle *corps durs*, tels sont les métaux, les pierres siliceuses, le diamant, etc.

CORPS PARFAITEMENT ÉLASTIQUE. Ce seroit celui qui, se comprimant dans le choc, recouvreroit de lui-même, et dans un temps égal à celui de la compression, le volume qu'il avoit avant. Cette espèce de perfection ne se rencontre pas dans la nature. Parmi les corps connus, le fluide lumineux, et les fluides aériformes, sont ceux dont l'élasticité approche le plus de l'élasticité parfaite. Elle est moindre dans les corps durs, tels que l'acier, l'ivoire, etc.; elle diminue ensuite très-sensiblement dans les liquides. Enfin elle est presque nulle dans les corps, tels que le beurre, la terre glaise humide, etc.

CORPS PARFAITEMENT MOU.

Ce seroit celui qoi, se comprimant dans le choc, conserveroit parfaitement l'état que la compression lui a fait prendre. Cette perfection doit être regardée comme une limite, de laquelle approchent, sans jamais l'atteindre, plusieurs des corps que nous offre la nature, tels sont le beurre, la cire, une pelotte de neige, etc.

CORPS SANS RESSORT. C'est la même chose que corps non élastique. (*Voy.* Corps non élastique).

CORPS SONORE. On a donné ce nom aux corps qui rendent des sons distincts, comparables entre eux et de quelque durée; tels sont une cloche, une corde de violon, de harpe, de clavecin, etc.

Les molécules des corps sonores sont animées d'un mouvement de vibration. (*Voyez* Son). La sonorité appartient donc exclusivement à des corps élastiques; aussi, pour rendre les corps plus sonores, cherche-t-on à augmenter leur élasticité : de là vient qu'on allie la matière des cloches, timbres, etc.; on rend par là cette matière plus dure, plus élastique, et conséquemment plus sonore.

CORRESPONDANTES (hauteurs). *Voyez* Hauteurs correspondantes.

CORRUPTION. Décomposition d'un corps, déterminée par la fermentation putride. (*Voyez* Fermentation putride).

COSMIQUE. Épithète qu'on donne, dans certaines circonstances, au lever et au coucher des étoiles. On dit alors *lever cosmique*, et *coucher cosmique* de telle étoile. C'est le moment du lever du soleil qui règle le lever et le coucher cosmiques, qu'on pourroit appeler le lever et le coucher du matin. Une étoile est dite se lever ou se coucher *cosmiquement*, lorsqu'elle se lève en même temps que le soleil, ou qu'elle se couche au soleil levant : d'où il suit que le *lever cosmique* précède de douze ou quinze jours le *lever héliaque*. (*Voyez* Lever héliaque).

COSMIQUE (coucher). *Voyez* Coucher cosmique.

COSMIQUE (lever). *Voy.* Lever cosmique.

COUCHANT. C'est la même chose qu'*Occident*. (*Voyez* Occident).

COUCHER D'UN ASTRE. C'est l'instant où un astre descend au-dessous de l'horizon. Ainsi, le moment où l'on cesse d'apercevoir le soleil à l'horizon, est l'heure de son coucher. Il en est de même des planètes et des étoiles.

La réfraction, en élevant les astres, ou en nous les faisant paroître plus haut qu'ils ne sont réellement, nous les fait encore apercevoir sur l'horizon, quand ils sont réellement au-dessous, et nous fait ainsi paroître le coucher des astres un peu plus tard qu'il n'est réellement.

COUCHER ACRONIQUE. On nomme ainsi le coucher d'une étoile, lorsque cette étoile se couche en même temps que le soleil : de sorte que c'est le coucher du soleil qui règle le coucher acronique des étoiles.

COUCHER COSMIQUE. On appelle ainsi le coucher d'une étoile, lorsque cette étoile se couche au moment où le soleil se lève; de sorte que c'est le lever du soleil qui règle le coucher cosmique des étoiles.

COUCHER HÉLIAQUE. On appelle héliaque le coucher d'une étoile ou d'une constellation, lorsque cette

étoile ou cette constellation se couche assez long-temps après le soleil, pour que la lumière du crépuscule se soit assez affoiblie pour permettre à la constellation ou à l'étoile de paroître avant d'être au-dessous de l'horizon.

COULEURS. Ce mot est consacré à désigner la propriété qu'ont les rayons élémentaires du fluide lumineux, séparés par un moyen quelconque, d'exciter en nous des sensations différentes, suivant leur différente réfrangibilité.

Les physiciens ont été long-temps divisés sur l'origine des couleurs.

Aristote regardoit la couleur comme une qualité inhérente au corps coloré et tout-à-fait indépendante du fluide lumineux.

Descartes prétendoit que les corps colorés ne peuvent agir sur l'œil d'une manière sensible, parce qu'ils ne sont pas immédiatement appliqués sur cet organe : c'est ce qui lui fit imaginer l'existence d'un fluide composé de molécules sphériques très-dures et très-déliées qui sont répandues dans l'espace. Le corps coloré exerce son action sur le globule qui le touche; cette pression se transmet avec la plus grande célérité jusqu'à celui qui est le plus voisin de l'organe de la vue, qui en reçoit sur-le-champ l'impression. Suivant *Descartes*, la différence des pressions exercées par les corps colorés fait naître la différence des couleurs.

Les newtoniens pensent que le fluide lumineux est une substance réelle qui émane du soleil, et que ce fluide est composé de rayons de différente réfrangibilité dont chacun jouit d'une couleur qui lui est propre et qui, dans aucune circonstance, ne peut souffrir la plus légère altération. La différence des couleurs que présentent les corps naturels dépend de leur différente aptitude à réfléchir les rayons élémentaires du fluide lumineux.

Fourcroy regarde avec *Euler* « la génération des couleurs comme le produit de vibrations variées dans des rapports certains entre ces couleurs, ainsi que les tons qu'on distingue des sons.

» La surface des corps colorés, dit *Fourcroy* (*Système des connoissances chimiques*, tom. 1, pag. 118) en recevant les rayons lumineux, leur communique, suivant la nature propre de ces corps, différens ébranlemens qui leur font produire dans nos yeux les sensations des diverses couleurs.

» Il arrive un effet semblable dans les corps denses transparens et surtout dans les prismes que la lumière traverse. Ces corps, très-peu homogènes dans leurs molécules, agitent de diverses manières les rayons lumineux, et les ébranlent de manière à leur faire représenter dans notre œil les bandes colorées, qui ne sont que ces rayons mus avec des vitesses différentes et proportionnelles entr'elles. De-là vient que les hétérogénéités des couches, les bulles, les différentes épaisseurs, les corps étrangers transparens interposés entre les lames des verres et les pierres transparentes, font naître des iris, des reflets, des anneaux colorés; de-là encore les belles couleurs des bulles de savon, etc.

» Il y a des corps opaques qui semblent repousser toute la lumière de leur surface, en communiquant à toute sa masse un mouvement égal et uniforme; ce sont les corps blancs et les corps brillans : d'autres au contraire

semblent l'absorber tout entière, la retenir ou ne lui communiquer aucun mouvement, ou même arreter le sien propre comme en l'enchaînant; ce sont les corps mats, obscurs: l'extrême de ce dernier phénomène est le noir, l'ombre ou l'obscurité parfaite. »

Cette explication, toute ingénieuse qu'elle est, ne peut résister, ce semble, à l'épreuve de la réflexion; car, comment concevoir que le fluide lumineux, traversant un prisme de flint-glass, éprouve différens ébranlemens, et que cette différence dépende de l'hétérogénéité des molécules intégrantes dont le prisme se compose. 1°. Si cela étoit vrai, les couleurs que donne un prisme traversé par le fluide lumineux, seroient d'autant plus vives et d'autant plus distinctes, que l'hétérogénéité de ses molécules seroit plus considérable. Le verre commun seroit donc plus propre que le flint-glass à la fabrication des prismes qui servent à cet usage; ce qui est contraire à l'expérience.

2°. Dans cette hypothèse, les corps blancs ont le privilège exclusif de repousser de leur surface tout le fluide lumineux et de communiquer à toutes ses molécules un mouvement égal et uniforme: d'où il suit que la surface des corps blancs se compose de molécules homogènes; car leur hétérogénéité feroit naître différens ébranlemens et conséquemment différentes vitesses dans les rayons lumineux.

3°. Si un rayon solaire traverse un prisme, et que dans les bandes colorées qui se forment, on en isole un, le rouge par exemple, pour le faire tomber sur un second prisme semblable au premier, son passage à travers ce second prisme ne produit aucune altération dans sa couleur; et cependant dans l'hypothèse qui nous occupe, ce rayon traverse un corps dont les molécules hétérogènes devroient produire différens ébranlemens, communiquer différentes vitesses, et conséquemment donner naissance à différentes couleurs.

La théorie de *Newton* me paroît la plus propre à expliquer d'une manière satisfaisante les phénomènes des couleurs. Pour lui donner tout le développement que son importance commande, nous envisagerons d'abord les couleurs dans les rayons élémentaires dont un rayon solaire se compose; nous les examinerons ensuite dans les corps naturels.

Art. Ier.

Des couleurs considérées dans les rayons élémentaires dont se compose le fluide lumineux.

Des rayons qui, dans des circonstances semblables, souffrent différentes réfractions, sont de différente réfrangibilité, et ceux qui sont fléchis davantage par la réfraction, sont plus réfrangibles.

Nous appelons rayons homogènes ceux qui ne diffèrent pas en réfrangibilité, et nous nommons rayons hétérogènes ceux qui ne sont pas fléchis également par la réfraction dans les mêmes circonstances.

Première expérience. On introduit un rayon dans une chambre obscure, par un orifice circulaire d'environ 9 millimètres (4 lignes) de diamètre, et on le dirige perpendiculairement à la face d'un prisme qu'il traverse. Ce rayon se disperse en passant par le prisme, et forme sur un plan blanchi ou sur une carte blanche une image oblongue teinte de différentes

couleurs, qu'on aperçoit distinctement si on éloigne la carte à 6 mètres (environ 18 pieds) du prisme. Les rayons qui sont les moins détournés de leur route rectiligne, par la réfraction, sont rouges. Les autres couleurs suivent dans cet ordre; l'oranger, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo, le violet; les rayons de cette dernière couleur sont ceux qui ont la plus grande réfrangibilité.

Les rayons sont séparés dans l'image même; mais cependant beaucoup d'images circulaires particulières sont partout confondues, et ne sont nulle part homogènes.

Les couleurs sont d'autant plus parfaites dans l'image, que l'orifice par lequel entrent les rayons est plus étroit, parce que le nombre des images qui se confondent, diminue aussi partout, et elles ont une différente réfrangibilité; mais alors l'image est plus foible.

On peut, à l'aide de l'expérience suivante, obtenir des couleurs plus vives, et en même temps plus homogènes.

Deuxième expérience. On introduit des rayons solaires dans une chambre obscure par un orifice d'environ 5 millimètres (2 lignes $\frac{1}{2}$) de diamètre; on les dirige horizontalement, et ils tombent à 2598 millimètres (8 pieds) de distance de l'orifice, sur une lentille convexe, qui rassemble les rayons parallèles à 1299 millimètres (4 pieds) de distance. Si ces rayons frappent un plan blanchi à une égale distance de 2598 millimètres (8 pieds) de la lentille, ils formeront l'image de l'orifice, qui lui sera parfaitement semblable. Mais si les rayons sont interceptés derrière la lentille par un prisme vertical, ils se détournent, s'éparpillent et forment une image colorée. En faisant tourner le prisme autour de son axe, on cherche la situation dans laquelle les rayons se détournent le moins; on l'y fixe, et on dispose une carte blanche de manière que les rayons la frappent perpendiculairement, et on l'éloigne jusqu'à ce que l'image soit circulaire.

Cette image a peu de largeur; elle est vive, et les images homogènes se confondent en un plus petit nombre.

Les expériences que je viens de décrire démontrent: 1°. que le fluide lumineux se décompose en traversant le prisme, et qu'il résulte de cette décomposition un grand nombre de rayons différemment réfrangibles; 2°. que chaque rayon élémentaire a une couleur qui lui est propre.

En vain diroit-on que la différente réfrangibilité des rayons et la couleur qui les distingue, ne leur sont pas inhérentes, et que ces qualités ont pour cause la réfraction que les rayons souffrent en traversant le prisme.

Troisième expérience. On transmet, comme dans la première expérience, un rayon par un prisme; il s'éparpille et se divise en plusieurs autres, qui formeroient une image oblongue, s'ils tomboient sur un plan blanchi; mais on les intercepte par un prisme vertical, situé à une petite distance du premier. Les rayons sont détournés de côté par le second prisme qu'on fait mouvoir jusqu'à ce que le détour soit le plus petit de tous, et que les rayons tombent perpendiculairement sur une carte blanche. Le prisme étant fixé dans cette situation, l'expérience fait voir que les rayons sont réfractés de la même manière par

le second prisme que par le premier; ils ne sont pourtant pas dispersés de la même manière, ce qui donneroit une image carrée; mais elle est inclinée par les rayons qui sont le plus détournés de leur route, comme dans la réfraction par le premier prisme.

Il existe une autre espèce de réfraction qui ne dépend pas des rayons, mais du milieu qu'ils traversent. Plusieurs cristaux et plusieurs pierres transparentes jouissent de cette singulière propriété. Dans la réfraction, ils divisent un rayon homogène quelconque en deux, et cette division est non seulement différente dans les différens corps et dans les différentes inclinaisons des rayons, mais aussi dans le même corps et la même inclinaison, suivant la différente situation de la surface réfringente et du rayon réfracté, par rapport au fil de la pierre; mais cette double réfraction n'altère jamais ni la couleur, ni la réfrangibilité.

Ces expériences attestent que la couleur et la réfrangibilité des rayons ne changent point par la réfraction.

Il nous reste à prouver que la couleur des rayons ne peut être altérée par aucune réflexion.

Quatrième expérience. Si l'on a une image du soleil teinte de diverses couleurs homogènes, et qu'on fasse tomber successivement ses différentes couleurs sur différens corps, par exemple, sur des étoffes de soie de diverse couleur, sur des verres colorés ou même sur des poudres qui servent à l'usage des peintres, dans tous les cas les rayons ont la même couleur avant et après la réflexion. Les rayons rouges restent rouges, soit qu'ils soient réfléchis par un corps rouge ou par un bleu. Il est vrai que la couleur est un peu plus obscure lorsque la couleur des rayons ne s'allie pas avec celle des corps réfléchissans; cependant elle ne change pas.

La différente réfrangibilité des rayons une fois bien établie, le soleil doit nous paroître rouge à l'horizon, sans exciter notre surprise. Car les rayons qu'il nous envoie traversent alors les couches inférieures de l'atmosphère, qui sont les plus denses et les plus chargées de substances étrangères. Le plus grand nombre des rayons sont arrêtés dans leur marche rapide; et les rouges exclusivement doués d'une force suffisante pour triompher de ces obstacles, parviennent isolés à l'organe de la vision.

Il importe de remarquer sur la réflexion des rayons, que ceux qui sont les plus réfrangibles sont aussi les plus réflexibles.

Cinquième expérience. On fait entrer dans une chambre obscure un rayon du soleil, et on le reçoit sur un des petits côtés d'un prisme rectangulaire LKI (*fig.* 36 *pl.* 4), de manière qu'il fasse avec la base LI du prisme, un angle d'un peu moins de 50 degrés. Une partie de ce rayon ne se réfracte sensiblement qu'en sortant en M, et va former une image colorée sur la carte blanche MN; car à son entrée par le côté KI, il n'a presque point d'obliquité d'incidence. L'autre partie du rayon se réfléchit vers O, où il est reçu par un autre prisme TXV, dont l'angle réfringent X doit être au moins de 55 degrés; et cette partie du rayon, en se réfractant dans ce prisme, va former une seconde image colorée sur la carte P*p*. Si l'on fait tourner le premier prisme LKI sur son axe, de manière que le rayon incident TM fasse avec sa base LI un

angle d'environ 45 degrés, le fluide lumineux de la première image QRS commence à se réfléchir vers l'autre prisme; mais les rayons violets et les bleus Q disparoissent les premiers, et vont, après avoir passé par le second prisme, augmenter l'éclat de ces mêmes couleurs *q* dans la seconde image *q r s*; disparoissent ensuite successivement de la première image QRS les rayons verds, les jaunes, les orangés, et enfin les rouges qui s'évanouissent les derniers.

C'est cette différente réflexibilité des rayons qui donne naissance à la couleur azurée du ciel. Cette couleur résulte du mélange des rayons bleus, pourpres et violets, qui étant plus réflexibles que les autres, nous sont renvoyés en grande quantité par l'atmosphère, qui reçoit tous les rayons réfléchis par la surface de la terre et par les corps environnans. (*Voyez* le mot Azuré.)

Art. II.

Du mélange des couleurs, où l'on traite aussi de la blancheur.

Cet article a pour objet de prouver que la réfrangibilité des rayons et leur couleur ne peuvent être altérées par le mélange des rayons de différente réfrangibilité.

Première expérience. Faites tomber l'image oblongue et colorée du soleil, dont nous avons parlé dans la première expérience de l'article précédent, sur une lentille convexe éloignée de 1949 millimètres (6 pieds) d'un prisme horizontal; les rayons divergens deviennent convergens par la réfraction de la lentille, et se coupent réciproquement à 1949 millimètres (6 pieds) de distance au-delà. Si on met une carte blanche un peu plus loin, les rayons qui, après leur intersection, deviennent encore divergens, arriveront à cette carte dispersés; et on aura une image oblongue teinte de différentes couleurs; mais les couleurs, à cause de leur intersection, seront disposées dans un ordre contraire, sans cependant avoir souffert aucune atteinte par leur mélange au point d'intersection.

Deuxième expérience. Si en faisant cette expérience, on intercepte à la faveur d'une carte noire quelques rayons de l'image derrière la lentille, le mélange est changé, et cependant les couleurs des autres rayons quoiqu'isolés, ne souffrent aucune altération.

Il suit de ces expériences, que le mélange des rayons de différente réfrangibilité ne change en aucune manière la réfrangibilité et la couleur des rayons.

Troisième expérience. Si dans l'expérience précédente on approche une carte du point où se confondent tous les rayons de l'image derrière la lentille, l'image est blanche; si on intercepte avec une carte noire la couleur rouge de l'image devant la lentille, le blanc s'évanouit, et la couleur sur la carte blanche tourne sur le bleu.

Les rayons qui partent du soleil paroissent blancs; si on les sépare à la faveur du prisme, la couleur propre à chaque rayon élémentaire devient sensible; si on les mêle de nouveau à la faveur d'une lentille convexe, on rétablit la couleur blanche. Ces résultats, donnés par l'expérience, nous conduisent à conclure que le mélange des différentes couleurs forme la blancheur.

Il importe d'observer que, pour former la blancheur, il n'est pas nécessaire de mêler toutes les couleurs qu'on observe dans l'image oblongue du soleil; car la blancheur des rayons du soleil tire un peu sur le jaune; et si on ôte en partie du mélange les rayons jaunes, le blanc est plus parfait. En un mot, le blanc est produit par le mélange de quatre ou cinq couleurs, fait dans une juste proportion.

Les couleurs primitives, c'est-à-dire homogènes, produisent aussi par leur mélange une infinité de couleurs différentes. Souvent une couleur semblable à une couleur homogène résulte du mélange d'autres couleurs. C'est ainsi qu'avec le rouge, le jaune et le bleu, nous pouvons imiter toutes les autres couleurs. Il n'en faut pourtant pas conclure qu'il n'y a que trois couleurs primitives, puisque l'on en trouve effectivement sept; car lorsque nous n'apercevons aucune différence à œil nu entre une couleur primitive et une couleur résultant du mélange de plusieurs autres, elle devient sensible à travers un prisme.

Art. III.

Des couleurs considérées dans les corps naturels.

Nous avons vu que les rayons élémentaires du fluide lumineux ont chacun une couleur qui lui est propre, et qui, dans aucune circonstance, ne peut souffrir aucune altération. Il n'en est pas de même des corps naturels. Les couleurs sous lesquelles ils se présentent à nous s'altèrent à la longue; elles changent suivant la différente position des corps, suivant la différente constitution des surfaces qui les terminent, ou même suivant les différentes modifications qu'on fait éprouver aux éléments qui les composent.

Première expérience. Décomposez à l'aide du prisme un rayon du soleil introduit dans une chambre obscure, et faites tomber successivement sur un objet les rayons colorés qui résultent de la décomposition; cet objet paroît toujours de la couleur du rayon qui tombe sur sa surface, quelle que fût sa couleur, lorsqu'on l'apercevoit au grand jour. Si le rayon lumineux qui tombe sur l'objet est de la même couleur que celle de l'objet considéré en plein air, sa couleur est très-éclatante, tandis qu'elle paroît sombre et obscure lorsqu'on fait tomber sur sa surface un rayon d'une autre couleur.

Il suit de cette expérience, et de plusieurs autres que nous avons déjà décrites; que les corps naturels réfléchissent des rayons de toutes couleurs, mais quelques-uns en plus grande quantité, et que l'objet paroît toujours de la couleur des rayons qu'il réfléchit en plus grand nombre.

Parmi les rayons qui ne sont pas réfléchis par un corps, les uns y pénètrent et y souffrent une infinité de réflexions et de réfractions, jusqu'à ce qu'enfin ils se combinent, en vertu de l'attraction, avec les molécules du corps même. Ces rayons combinés sont employés à échauffer les corps: c'est pourquoi un corps s'échauffe plus vite, s'il réfléchit moins de rayons; c'est pourquoi un corps blanc qui réfléchit presque tous les rayons dont il est éclairé, s'échauffe le plus lentement de tous, tandis qu'un corps noir que pénètrent presque tous les rayons, parce qu'il en réfléchit peu, acquiert de la chaleur plus promptement que tous les autres.

Les rayons qui échappent à la ré-

flexion et à la combinaison, se fraient une route facile, surtout lorsque les corps sont composés de lames minces et transparentes.

On voit par-là pourquoi les corps transparens paroissent de différente couleur, suivant qu'on les considère par des rayons réfléchis ou par des rayons transmis. Ce phénomène se manifeste d'une manière bien sensible dans les plaques minces et les anneaux colorés.

Deuxième expérience. Si on met l'un sur l'autre deux verres objectifs qui servent à de grands télescopes, et qu'on les comprime, on voit, en regardant de haut en bas, au milieu où ils se touchent réciproquement, une tache noire qui est environnée d'anneaux colorés et séparés les uns des autres par des cercles blancs. Les couleurs sont disposées dans l'ordre qui suit, en les comptant du centre à la circonférence.

Noir, bleu, blanc, jaune, rouge.

Violet, bleu, vert, jaune, rouge.

Pourpre, bleu, vert, jaune, rouge.

Vert, rouge.

L'œil ne reçoit que les rayons réfléchis par l'air qui se trouve entre les deux verres. Leur point de contact doit donc présenter une tache noire; mais en s'éloignant de ce point, on doit voir des anneaux diversement colorés, à raison de la différente épaisseur des lames de l'air interposé.

Troisième expérience. Si on enlève les deux verres, et que les rayons lumineux qui les traversent parviennent à l'œil, on voit près du centre une tache blanche, et les intervalles qui séparoient les anneaux colorés dans l'expérience précédente, offrent en s'écartant du centre les couleurs qui suivent,

Blanc, rouge-jaunâtre, noir, violet, bleu.

Blanc, jaune, rouge, violet, bleu.

Vert, jaune, rouge, vert-bleuâtre.

Rouge, vert-bleuâtre.

Ces couleurs sont encore environnées de couleurs plus foibles.

Un phénomène semblable se fait remarquer dans les bulles qu'on forme à l'aide d'un chalumeau, avec de l'eau de savon. Ces bulles sont très-minces à leur partie supérieure, parce que l'eau coule de tous côtés vers le bas. Leur épaisseur augmente de plus en plus en descendant, et c'est cette différence d'épaisseur dans les différentes parties de la même bulle, qui donne naissance à ces anneaux colorés qui paroissent d'abord, et dont les couleurs changent continuellement au même endroit, parce que l'épaisseur de la bulle y diminue à chaque instant.

De ces expériences comparées il résulte, 1°. Qu'un corps transparent doit nous paroître différemment coloré suivant qu'on le considère par des rayons réfléchis ou par des rayons transmis;

2°. Qu'un changement produit dans l'épaisseur d'une petite lame fait naître un changement dans sa couleur;

3°. Que les changemens de couleur sont successivement les mêmes et dans le même ordre, quelle que soit la densité ou la force réfringente de la matière dont la petite lame est formée. Car les petites lames d'air entre deux objectifs et les petites lames d'eau dans une bulle dont les épaisseurs augmentent en s'éloignant du point du milieu, offrent aux regards de l'observateur des

couleurs constamment disposées dans le même ordre.

Ici il importe d'observer que dans une lame plus réfringente, il faut moins d'épaisseur que dans une lame moins réfringente, pour qu'elles soient teintes de la même couleur.

Quatrième expérience. Tout étant supposé comme dans l'avant dernière expérience, si on introduit par un côté seulement, entre les verres objectifs, de l'eau en petite quantité, on la voit peu à peu s'insinuer entre les verres, et on observe les mêmes couleurs des anneaux et dans le même ordre, soit dans l'air, soit dans l'eau. Mais dans ce dernier cas les anneaux sont plus resserrés, de manière que lorsque l'eau est parvenue au centre, on voit toutes les portions des anneaux dans l'eau, séparées des portions des anneaux dans l'air, et réduites à un espace plus étroit.

Le milieu qui environne une petite lame n'influe point sur sa couleur.

Cinquième expérience. Si l'on prend une petite lame de verre si mince qu'elle paroisse colorée, les couleurs ne changent point lorsqu'on la mouille, c'est-à-dire lorsqu'on l'environne d'eau au lieu d'air. On observe, cependant, que les couleurs de cette lame mouillée sont moins vives que celles de cette même lame environnée d'air.

D'où il résulte que la couleur d'une petite lame est d'autant plus vive que sa force réfringente diffère davantage de la force réfringente du milieu qui l'environne. De là vient que les couleurs sont moins vives dans une lame d'eau, environnée de verre que si elle est environnée d'air.

En considérant les surfaces des corps comme formées d'une infinité de petites lames très-minces, on peut leur appliquer tout ce que nous venons de dire d'une petite lame isolée; ce qui conduit à conclure que la couleur des corps naturels dépend principalement de l'épaisseur et de la densité des lames qui les composent.

Berthollet attaque la généralité de cette conclusion dans la deuxième édition de ses *Elémens de teinture*, par des expériences qui nous paroissent décisives.

1°. Si les couleurs qu'affectent les corps dépendoient toujours de l'épaisseur et de la densité des lames qui les composent, une dissolution d'indigo, étendue d'une grande quantité d'eau, devroit prendre successivement beaucoup de nuances différentes; et cependant elle conserve toujours sa couleur bleue; bien plus le précipité que forme l'acétate de plomb est bleu lui-même, ainsi que la liqueur qui le surnage.

2°. On trouve dans l'action des alcalis et des acides, des effets qui s'accordent avec ceux-ci et qui tous concourent au même but. La baryte dont la pesanteur spécifique et la fixité sont si grandes, communique au sirop de violettes la même couleur que l'ammoniaque qui a, au contraire, beaucoup de légèreté spécifique et de disposition élastique. De même les acides sulfurique et phosphorique changent la nuance du tournesol en rouge comme l'acide carbonique: or, dans toutes ces circonstances les épaisseurs et les densités des corps sont changées sans que les couleurs varient.

Berthollet appuie ces considérations de beaucoup d'autres qui le conduisent à conclure, qu'il ne faut pas confondre les couleurs fugitives qui

sont produites par la réflexion des lames, et qui suivent les lois déterminées par *Newton*, avec les couleurs qui se conservent malgré les changemens de densité et d'épaisseur.

Les trois couleurs primitives dans les arts, se développent dans les corps des trois règnes par une absorption plus ou moins grande d'oxigène, qui se combine avec les divers principes de ces corps.

Dans son état naturel, le fer est sans couleur. La première impression du feu, ou le premier degré d'oxidation développe une couleur bleue; un second degré d'oxidation la couleur jaune. Si l'oxidation augmente, le fer devient rouge. La plupart des métaux présentent de semblables phénomènes.

Dans le végétal, le bleu se forme par la fermentation; c'est-à-dire, par une fixation d'oxigène, et la plupart de ces couleurs sont susceptibles de passer au rouge par une plus grande quantité d'oxigène. C'est ainsi que le tournesol rougit à l'air et par l'action des acides.

On voit les mêmes couleurs se développer dans l'animal, par la combinaison de l'oxigène. Lorsque la viande se putréfie, le premier degré d'oxidation décide la couleur bleue; la couleur rouge ne tarde pas à remplacer à mesure que l'oxigénation augmente. Ce phénomène se manifeste très-sensiblement dans la préparation des fromages, qui se revêtent d'abord d'un duvet bleu qui devient ensuite rouge.

Enfin, la flamme des corps embrasés présente les mêmes phénomènes. Elle est bleue lorsque la combinaison de l'oxigène est lente, rouge lorsqu'elle est plus forte, et blanche lorsque l'oxigénation est complète. Il paroît que le maximum de l'oxidation détermine la réflexion des rayons de chaque espèce dans de justes proportions.

Ces faits, qui ne sont pas équivoques, conduisent à conclure que la combinaison de l'oxigène et ses proportions, font naître dans les corps la propriété de réfléchir tel ou tel rayon de lumière; et cela n'a rien d'étonnant, puisque la combinaison de l'oxigène en différentes proportions, doit changer l'épaisseur et la densité des lames, et conséquemment faire varier les couleurs.

COUPE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située au-dessous de la Vierge, sur le corps de l'Hydre femelle, à côté du Corbeau. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

COUP FOUDROYANT. On a donné ce nom à la commotion violente que fait ressentir l'expérience de *Leyde*, surtout si l'on se sert pour cela d'un carreau de verre enduit de part et d'autre d'une substance métallique, et auquel on laisse à l'une et l'autre surface au moins 54 millimètres (2 pouces) de bords qui ne soient point enduits. Le carreau est placé sur une platine de métal, qui communique au conducteur par une chaîne. La platine est isolée sur un gâteau de résine, et fait conséquemment partie du conducteur qu'on électrise avec un plateau de verre.

Pour faire, avec cet appareil, l'expérience de *Leyde*, il suffit de placer une main sur le carreau de verre, et de tirer avec l'autre main une étincelle de la chaîne ou du conducteur auquel elle communique. Mais il importe d'avertir qu'il seroit dangereux de servir

soi-même de pièce de communication dans cette expérience ; car la commotion qu'on y ressent est si violente, qu'elle est capable de tuer des animaux. (*Voyez* Expérience de Leyne.)

COURONNE. Météore formé par un ou plusieurs anneaux lumineux, dont les astres paroissent environnés. Il y a des *couronnes* sans couleur, et des *couronnes* colorées. Celles-ci présentent à très-peu près les couleurs de l'arc en ciel, disposées dans le même ordre que celles de l'arc-en-ciel intérieur ; c'est-à-dire, que le rouge paroît dans la concavité de la couronne, et le violet au voisinage de sa concavité.

Ces couronnes se montrent le plus souvent autour du soleil et de la lune. Elles dépendent, comme l'arc-en-ciel, de la réfraction que font souffrir aux rayons solaires les molécules aqueuses dispersées dans l'atmosphère. Il y a cependant cette différence, que dans l'arc-en-ciel il y a réflexion et réfraction des rayons, et que dans les couronnes il n'y a que réfraction.

Ce qui confirme cette explication, c'est que si l'on regarde une bougie allumée au travers de la vapeur qu'exhale de l'eau chaude contenue dans un vase situé entre la bougie et l'œil, on voit autour de la flamme une couronne colorée. On obtient un effet semblable si l'on regarde une bougie allumée au travers d'une glace de verre bien polie, et ternie par de petites gouttes d'eau.

COURONNE. Les astronomes ont donné ce nom à deux constellations, dont l'une est située dans la partie méridionale du ciel, et l'autre, dans la partie septentrionale. La première s'appelle couronne australe ; la seconde porte le nom de couronne boréale. (*Voy.* Couronne australe et Couronne boréale.)

COURONNE AUSTRALE. On a donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située entre le Sagittaire et le Télescope. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolemée*. *Lacaille* en a donné une figure exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, *pl.* 20.

Cette constellation paroît à peine sur notre horizon, au commencement de juillet, vers le milieu de la nuit.

COURONNE A TASSES. *Volta* a donné ce nom à un appareil composé d'une suite de verres remplis d'eau jusqu'à une certaine hauteur, qui communiquent ensemble par des arcs métalliques, ayant une plaque d'argent ou de cuivre soudée avec l'une de leurs extrémités, et une plaque de zinc soudée avec l'autre extrémité. Chacun de ces conducteurs est disposé de manière que le cuivre ou l'argent soit plongé dans l'eau que contient un des verres et le zinc dans celle que renferme le suivant. Il y a de plus, dans chaque verre, une plaque de cuivre ou d'argent et une de zinc, qui appartiennent à deux conducteurs différens et qui sont maintenues à distance. Il en résulte que la succession des métaux et des conducteurs humides est la même que dans la pile électrique. (*Voyez* Pile électrique.)

COURONNE BORÉALE. C'est le nom d'une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est située entre le Bouvier et Hercule. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

CRÉPUSCULE. Le jour est mar-

qué par la présence du soleil sur l'horizon. Du moment que cet astre cesse de nous être visible, le jour finit; mais en finissant, il ne laisse pas les habitans de la terre plongés subitement dans une obscurité profonde. Après le coucher et avant le lever du soleil, ils jouissent d'une clarté plus ou moins vive qui porte le nom de *crépuscule*, et dont il est aisé de déterminer la cause.

Lorsque le soleil descend au-dessous de l'horizon, ses rayons n'atteignent pas directement le globe terrestre : ils traversent les couches atmosphériques, d'abord les plus voisines de sa surface, les plus denses, et conséquemment les plus propres à réfléchir les rayons solaires. Un grand nombre de ces rayons sont réfléchis, et ceux qui, dans leur réflexion se dirigent vers la terre, vont éclairer sa surface. A mesure que le soleil s'éloigne de l'horisou, ses rayons tombent sur des couches atmosphériques dont la densité va toujours en décroissant. Le nombre des rayons réfléchis diminue dans le même rapport; et conséquemment la clarté crépusculaire perd à chaque instant de sa vivacité jusqu'à ce qu'elle s'éteigne tout à fait, lorsque les rayons solaires tombent sur des couches atmosphériques assez rares pour offrir aux rayons solaires un passage libre et facile. C'est lorsque le soleil a parcouru au-dessous de l'horizon dix-huit degrés d'un grand cercle passant par le zénith et perpendiculaire à l'horizon, que finit le crépuscule. On imagine au-dessous de l'horizon un cercle qui lui est parallèle et qui en est éloigné de dix-huit degrés. Ce cercle détermine la limite du crépuscule et se nomme *finiteur*. Ce qui arrive le soir lorsque le soleil descend au-dessous de l'horizon, doit arriver le matin dans un ordre inverse, lorsque le soleil s'avance vers l'horizon. Le crépuscule qui alors se nomme *aurore* (*Voyez* Aurore), doit être très-foible lorsque le soleil a atteint le finiteur; sa vivacité doit ensuite augmenter progressivement à mesure que le soleil approche de l'horizon.

La durée des crépuscules ne doit pas être égale pour tous les habitans de la terre, ni même pour l'habitant d'une même contrée dans différentes saisons. Pour les peuples qui ont la sphère droite, le soleil monte et descend perpendiculairement à l'horizon : d'où il résulte que dans le temps des équinoxes, l'arc crépusculaire est l'arc de l'équateur compris entre le finiteur et l'horizon, et conséquemment que le crépuscule doit durer tout le temps que le soleil emploie à parcourir sur l'équateur, un arc de dix-huit degrés, c'est-à-dire, une heure et douze minutes. La durée du crépuscule augmente ensuite à mesure que le soleil s'avance vers le tropique.

Pour les peuples qui ont la sphère oblique, la durée des crépuscules, pendant l'été, est d'autant plus grande, qu'ils ont plus de latitude; de sorte qu'à quarante-huit degrés et demi de latitude septentrionale, comme cela est pour Paris, le crépuscule du matin commence lorsque celui du soir finit, le jour que le soleil décrit le tropique du Cancer. Car, puisque la latitude est supposée de quarante-huit degrés et demi, le pole est éloigné de l'horizon de quarante-huit degrés et demi : donc le pole est éloigné du finiteur de soixante-six degrés et demi : mais le pole est éloigné du tropique de soixante-six degrés et demi, puisque la distance du pole à l'équateur est de quatre-vingt-dix degrés, et que celle du tro-

pique à l'équateur est de vingt-trois degrés et demi : donc à quarante-huit degrés et demi de latitude, le tropique du cancer effleure le finiteur, et conséquemment le crépuscule du matin commence au même instant que celui du soir finit.

Le crépuscule doit se faire apercevoir aux habitans des poles près de doux mois avant que le soleil paroisse sur leur horizon, et durer encore autant de temps lorsque le soleil s'est couché pour eux. L'équateur se confond pour ces peuples avec l'horizon ; le crépuscule doit dono durer tont le temps que le soleil emploie à s'éloigner de l'équateur de dix-huit degrés, c'est-à-dire, environ deux mois : les habitans des poles n'ont donc, dans l'année, qu'environ deux mois de nnit profonde ; encore même, pendant ce temps, la lune paroît-elle deux fois sur leur horizon, et la durée de sa présence est chaque fois d'environ quatorze jours.

CRISTALLIN. C'est la seconde des humeurs de l'œil. On le nomme aussi hnmeur cristalline : il a une consistance assez ferme ; sa fignre est lenticulaire ; mais la convexité de sa partie postérienre est plns grande que celle de sa partie antérieure.

La vision ne pent être claire et distincte, que le cristalliu n'ait un degré de convexité déterminé. Pour rendre cette vérité sensible, concevons qu'il part de chaque point éclairé d'un objet, une infinité de rayons divergens. Ceux d'entr'enx qui tombent sur la partie de la cornée qui répond à la prunelle, forment un cône dont le sommet est du côté de l'objet et dont la base s'appuie sur la cornée.

Les objets ne nous sont visibles qu'en vertu de l'impression que ces rayons lumineux réunis font sur la rétine. Il faut donc qu'en traversant les humeurs de l'œil, et conséquemment le cristallin, ces rayons convergent an point de concourir tous ensemble sur la rétine. Si le cristallin est trop convexe, ces rayons coucourront avant d'arriver à la rétine. Si le cristallin n'a pas assez de convexité, ces rayons concourront an-delà de la rétine, et dans ces deux cas, la vision sera confuse. Ceux dont le cristallin est trop convexe, se nomment *myopes*, et pour remédier à ce défaut, ils se servent de verres concaves qui ont la propriété de diminuer la convergence des rayons ou d'augmenter leur divergence. Ceux dont le cristallin n'a pas assez de convexité, s'appellent *presbites ;* et pour corriger ce défaut, ils font nsage de verres convexes, qui ont la propriété d'augmenter la convergence des rayons on de diminner leur divergence. (*Voy.* les mots Myope, Presbite, Vision, Lentille, etc.)

Le cristallin est sujet à une maladie qu'on nomme *cataracte*, et qui lui fait perdre le plus souvent sa transparence. Les rayons lumineux ne pouvant alors le traverser, la rétine ne reçoit point les impressions qui font naître la vision. (*Voy.* Cataracte.)

CRISTALLINE (humeur). *Voy.* Humeur cristalline.

CRISTALLISATION. Les minéraux se présentent assez souvent sous la forme de polyèdres réguliers. L'opération de la nature qui donne naissance à ces corps, se nomme *cristallisation.*

Pour en avoir nne idée claire, il importe de remarquer que l'eau entraîne des substances dont les molécu-

les, d'abord séparées de la masse, s'unissent ensuite, quoique foiblement, en vertu de l'attraction, à des molécules du fluide, sans que l'on puisse les y apercevoir.

A mesure que l'eau s'évapore, les molécules des substances étrangères au fluide s'attirent réciproquement. Elles s'approchent, s'unissent et adhèrent l'une à l'autre; leur union se fait par le contact de certaines faces, qui ont entr'elles plus d'attraction que les autres. Ces molécules réunies forment des polyèdres réguliers, à travers lesquels le fluide s'élève et s'interpose entre leurs molécules, de manière que la force de cohésion des cristaux qui se forment, est due principalement à la capillarité, tandis que dans les solides qui n'ont pas de fluide interposé, elle est exclusivement le résultat de l'attraction.

Ce n'est que dans certaines circonstances que les molécules d'un minéral dissous dans un fluide, forment des cristaux par leur réunion. Ces circonstances sont l'espace, le temps et le repos.

Si les molécules sont resserrées dans un espace trop étroit, leur mouvement n'est point libre; elles ne peuvent prendre la place que leur marque la force attractive; la cristallisation se fait confusément, et les cristaux sont mêlés ensemble.

Lorsqu'un obstacle quelconque empêche que la structure des cristaux ne s'achève, cette structure reste imparfaite par défaut de temps.

Enfin, si le fluide est agité, les cristaux à peine ébauchés se précipitent au fond, s'accumulent les uns sur les autres, et forment des groupes qui n'offrent aux regards de l'observateur qu'une cristallisation imparfaite.

Romé de Lisle et *Bergman* s'étoient occupés, avec quelque succès, de la structure des cristaux. *Haüy* s'est frayé sur cet objet une route nouvelle, qui l'a conduit à dévoiler le mystère de la cristallisation.

La théorie que nous lui devons, a jeté un grand jour sur la plupart des sciences naturelles; elle est le fil qui conduit le minéralogiste à travers une infinie variété de formes dans lesquelles il se perdroit infailliblement sans son secours.

Elle est précieuse au chimiste qui imite la nature dans la formation des cristaux, et qui les fait entrer dans le calcul des attractions chimiques.

Elle offre enfin au physicien l'explication la plus satisfaisante d'un phénomène remarquable qui avoit été regardé jusqu'ici comme un caprice de la nature. Ce phénomène consiste en ce que des cristaux, composés chimiquement des mêmes élémens, affectent constamment une figure différente, tandis que des cristaux originaires de différentes substances se présentent sous la même forme. La théorie de la cristallisation, considérée sous ce dernier rapport, appartient entièrement à la physique.

Tableau abrégé de la théorie de la cristallisation.

Ce n'est point par la forme extérieure d'un cristal qu'on peut juger de celle qui lui est essentielle. Il faut, pour parvenir à cette connoissance, faire une espèce d'analyse physique du cristal, et reconnoître les figures des parties qui le composent.

Les cristaux sont composés de lames; on les sépare les unes des autres à la faveur d'un instrument, en sui-

vant leurs joints naturels. On reconnoît ces joints en ce que les lames qu'ils séparent présentent le poli de la nature. Il s'annonce quelquefois dans le cristal avant la fracture, par des stries, par des glaces, ou par des matières étrangères interposées. Lorsqu'on ne suit pas les joints naturels, au lieu de séparer les lames, on brise le cristal, et on obtient, pour résultat de la cassure, des fragmens qui n'offrent aucun trait de régularité.

Dans un cristal quelconque, il faut distinguer avec soin, 1°. les molécules intégrantes; 2°. les formes primitives; 3°. les formes secondaires.

Molécules intégrantes.

Les lames des cristaux sont composées de molécules intégrantes qui ont des figures régulières. Ces molécules sont nécessairement similaires; mais elles ne sont pas toujours assemblées de la même manière; quelquefois elles se joignent face à face, quelquefois elles ne sont unies que par les bords, laissant entr'elles quelques vides.

Les molécules intégrantes peuvent se réduire à trois; savoir :

1°. Le parallélipipède, le plus simple des solides, dont les faces sont parallèles deux à deux, et au nombre de six.

2°. Le prisme triangulaire, le plus simple des prismes.

3°. Le tétraèdre, la plus simple des pyramides.

Formes primitives.

La forme primitive est celle que l'on obtient par des sections faites sur toutes les parties semblables d'un cristal; elle en est proprement le noyau.

Les formes primitives peuvent se réduire à six; savoir :

1°. Le parallélipipède qui comprend le cube, le rhomboïde, et tous les solides terminés par six faces parallèles deux à deux.

2°. Le tétraèdre régulier.

3°. L'octaèdre à faces triangulaires.

4°. Le prisme hexagonal.

5°. Le dodécaèdre à plans rhombes.

6°. Le dodécaèdre à plans triangulaires isocèles.

Parmi ces formes, il y en a qui se retrouvent comme noyau avec les mêmes angles dans divers minéraux; car la même forme de noyau peut être produite, dans la première espèce, par tels élémens; dans une seconde espèce, par d'autres élémens. Ces formes de noyau ont un caractère de perfection et de régularité, comme dans le cube et l'octaèdre régulier : ce sont des limites auxquelles la nature semble arriver par des routes différentes.

Formes secondaires.

Les formes secondaires résultent d'une superposition de lames qui masque la forme primitive, et qui donne naissance à divers polyèdres réguliers. Ces polyèdres, quoique formés de lames similaires, diffèrent du noyau ou des solides qu'ils enveloppent.

Cette modification de figures est le résultat d'un décroissement régulier par soustraction d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes.

Il y a plusieurs sortes de décroissemens, dont il importe de parler séparément.

Décroissemens simples.

Dans les décroissemens qui se font sur les bords, c'est-à-dire, parallèle-

ment aux arêtes de la figure primitive, les plus simples sont ceux où il manque aux bords de chacune des lames de superposition une rangée de molécules, qui est de plus dans la lame précédente. Ainsi les lames de superposition forment une pyramide terminée en pointe. S'il y a dans chaque lame de superposition deux ou trois ou quatre rangées de molécules en moins que dans la rangée précédente, la pyramide est moins élevée, parce que le décroissement est plus rapide : les pyramides qui en résultent ont néanmoins un caractère de régularité.

Décroissemens inégaux.

Les décroissemens sont inégaux, lorsque les lames de superposition décroissent d'un côté par un plus grand nombre de rangées de molécules intégrantes que du côté opposé. Les pyramides qui en résultent sont alors évidemment irrégulières.

Décroissemens sur les côtés.

En supposant les molécules intégrantes des cristaux de figures approchantes du cube ou du parallélogramme, et rangées de file en se touchant les unes les autres par les côtés; lorsque les décroissemens se font par leurs côtés, les bords des lames sont toujours terminées par les côtés des molécules intégrantes, et ces molécules se touchent les unes les autres sans laisser de vide entr'elles.

Décroissemens sur les angles.

Si les décroissemens des lames de superposition se font sur les angles, les molécules intégrantes présentent leurs angles sur les bords décroissans des lames, parce que, dans cette direction, les molécules intégrantes se touchent par leurs angles, et non par leurs côtés. Ainsi les surfaces auxquelles les angles saillans aboutissent ne peuvent pas être unies, puisqu'il y a nécessairement des cavités entr'elles; mais comme les molécules organiques sont très-petites, ces cavités ont si peu d'étendue, qu'elles sont insensibles à l'œil.

Dans les décroissemens sur les angles d'un noyau cubique, la première lame de superposition a une molécule intégrante de moins que la dernière lame du cube, à chacun de ses angles.

La seconde lame de superposition a trois molécules intégrantes de moins que la précédente; ces trois molécules auroient formé une file de quatre qui se seroient touchées par les angles.

Dans la troisième lame de superposition, il manque encore une file, qui auroit été composée de neuf molécules intégrantes. Ces décroissemens diminuent de plus en plus le nombre des molécules des lames de superposition, jusqu'à ce qu'il soit réduit à une seule, qui forme la pointe d'une pyramide à quatre faces. Chacune de ces faces a une figure quadrilatère, y compris la molécule des angles solides du cube, qui fait le noyau du cristal. Ces quadrilatères sont au nombre de trois autour de chacun des huit angles solides du noyau. Les quadrilatères sont sur un même plan, et forment une figure triangulaire. Il résulte de ces huit faces un octaèdre à deux pyramides à quatre faces.

Si l'on n'avoit égard qu'aux molécules intégrantes qui terminent les lames de superposition, après leur décroissement, il resteroit un vide au milieu de chacune des arêtes de l'octaè-

dre; mais ces vides sont remplis par des molécules que les premières lames de superposition doivent avoir de plus que la dernière lame du noyau, pour le couvrir aux endroits de ses quatre côtés.

Décroissemens intermédiaires.

Ces décroissemens ne sont parallèles ni aux diagonales, ni aux côtés d'un noyau composé de cubes. Cela vient de ce que les parties intégrantes qui manquent dans les lames de superposition ne sont pas carrées, mais oblongues, parce qu'elles comprennent deux, trois, quatre, etc. molécules cubiques placées l'une à côté de l'autre dans la direction d'une arête du cube. Aucune des diagonales de ces figures oblongues ne peut être parallèle avec les diagonales du décroissement par les angles d'un cube divisé par carrés; c'est pourquoi *Haüy* regarde la direction du décroissement dont il s'agit comme intermédiaire entre la diagonale et les arêtes.

Décroissemens mixtes.

Il arrive quelquefois, qu'il y a plus d'une rangée de molécules intégrantes de plus ou de moins, soit en hauteur, soit en largeur; par exemple, deux rangées dans un sens et trois dans l'autre, ou trois dans un sens et quatre dans l'autre, etc. c'est un décroissement mixte.

Ces décroissemens sont rares, et n'ont encore été reconnus que dans quelques cristaux métalliques; mais on conçoit aisément qu'ils doivent changer la valeur des angles.

Ces lois de décroissement expliquent la structure de toutes les modifications sous lesquelles se présentent les cristaux. Tantôt les décroissemens se font à la fois sur tous les côtés ou tous les angles, comme dans les dodécaèdres à plans rhombes, dans les octaèdres venant du cube; tantôt sur certains côtés, ou sur certains angles; tantôt ils sont uniformes par une, deux, trois rangées, etc. tantôt la loi varie d'un côté à l'autre, d'un angle à l'autre; tantôt les décroissemens sur les côtés concourent avec les décroissemens sur les angles; tantôt un même côté, un même angle, subit successivement plusieurs lois de décroissement; tantôt enfin, le cristal secondaire a des faces parallèles à celles de la forme primitive, et qui produisent de nouvelles modifications, en se combinant avec les faces résultant des décroissemens. De-là la distinction de *formes secondaires simples*, celles qui sont dues à une loi unique, dont l'effet est de masquer complètement le noyau; et *formes secondaires composées*, celles qui résultent de plusieurs lois simultanées, ou d'une seule loi qui n'a pas atteint sa limite, de sorte qu'il reste des faces parallèles à celles du noyau.

Il suit de ce que nous avons dit, 1°. que des molécules de différentes figures peuvent s'arranger de manière à former des polyèdres semblables dans différentes espèces de minéraux. Ainsi le dodécaèdre du fluate calcaire, ou spath fluor, est un assemblage de petits tétraèdres réguliers, ou à faces équilatérales; et les molécules du grenat forment un dodécaèdre à plans rhombes, avec de petits tétraèdres à faces triangulaires isocèles.

2°. Des molécules similaires peuvent produire une même forme cristalline par des lois différentes de décroissement.

3°. Il peut exister un cristal parfaitement semblable au noyau, quoique formé en vertu d'une loi simple de décroissement. *Haüy* a été conduit à ce résultat par le calcul.

4°. Le cube fait quelquefois fonction de rhomboïde, comme on le voit dans le fer de Framont; et quand il a ainsi commencé, il continue dans toutes les cristallisations de la même substance. Il en est de même quand il fait fonction de parallélipipède.

5°. Le solide intérieur auquel on arrive par la dissection d'un cristal n'en est pas rigoureusement le noyau. Ainsi le cube qu'on découvre dans le dodécaèdre a lui-même pour noyau une molécule cubique plus centrale, autour de laquelle il est probable qu'il s'est formé d'abord un très-petit dodécaèdre, qui a reçu de nouvelles couches sans changer de figure. Cependant rien n'empêche que la forme primitive grossie ne prenne ensuite une forme secondaire.

CRISTAUX. On a donné ce nom aux corps que la nature nous présente sous la forme de polyèdres réguliers.

La forme des cristaux ne peut être regardée comme l'ouvrage du hasard. Si l'on observe avec quelque soin la nature, il est aisé de se convaincre qu'il est certaines figures régulières qu'elle élabore d'une manière uniforme dans les mêmes circonstances, et qui annoncent, de sa part, une action soumise à des lois invariables. Le physicien reconnoît sans peine, dans la formation des cristaux, le travail de la nature, mais ce qui a dû d'abord exciter sa surprise, c'est de voir que des cristaux originaires de la même substance, et par conséquent composés chimiquement des mêmes élémens, admettent dans leur structure une différence sensible, quelquefois même une espèce d'opposition, tandis que des cristaux originaires de différentes substances, se présentent constamment sous la même forme. Ainsi la carbonate calcaire prend tantôt la forme d'un rhomboïde, tantôt celle d'un prisme hexaèdre régulier, tantôt celle d'un solide terminé par douze triangles scalènes, tantôt celle d'un dodécaèdre régulier dont les faces sont des pantagones; tandis que le fluate calcaire, le muriate de soude, le sulfure de fer, le sulfure de plomb, se présentent constamment sous une forme cubique.

Ce problème étoit fait pour piquer l'activité des savans. Ils sont enfin parvenus à en trouver la solution et à justifier ainsi une apparente bizarrerie de la nature. (*Voy.* le mot CRISTALLISATION.)

CROISSANT. On donne ce nom à la lune, lorsqu'elle passe de la conjonction à l'opposition, parce qu'alors elle a effectivement la forme d'un croissant lumineux qui va toujours en augmentant. (*Voyez* PHASES DE LA LUNE.)

CROIX. Les astronomes ont donné ce nom à une des petites constellations de la partie méridionale du ciel. Elle est située sous le ventre du Centaure, près de ses pieds de derrière, et au-dessus de l'Abeille ou la Mouche. C'est une des onze nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. *Lacaille* a donné la figure de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

La constellation de la Croix renfer-

me une étoile de la première grandeur qui est située au pied de la Croix et dans la Voie lactée.

Cette constellation se compose d'étoiles dont la déclinaison méridionale est trop grande pour pouvoir jamais paroître sur notre horizon.

CROWN-GLASS. C'est le nom qu'on donne en Angleterre au verre commun. Il ressemble beaucoup à celui dont on fait les vitres en France. Les Anglois l'emploient aussi à cet usage.

Dollond, père, combina en 1759 le crown-glass avec le flint-glass, dans la fabrication des lunettes achromatiques. Cette heureuse combinaison fit disparoître l'inconvénient de la dispersion des rayons colorés qui forment des iris au foyer des lunettes ordinaires. (*Voyez* FLINT-GLASS et LUNETTES ACHROMATIQUES.)

CUCURBITE. Vaisseau qui sert à la distillation, lorsqu'il est surmonté de son chapiteau. (*Voyez* DISTILLATION et CHAPITEAU.)

On emploie des cucurbites de cuivre, d'étain, de verre et de grès, suivant la nature des substances qu'on veut distiller. La cucurbite garnie de son chapiteau, constitue le vaisseau distillatoire appelé *alambic*. (*Voyez* ALAMBIC.)

CUIVRE. (*Voyez* MÉTAUX.)

CURSEUR. On donne ce nom à tout corps qu'on fait glisser sur une corde, ou sur une règle, ou dans une coulisse pratiquée au milieu d'une règle.

CUVE AU MERCURE OU HYDRARGIRO - PNEUMATIQUE. Lorsque les fluides aériformes que l'on veut recueillir sont susceptibles d'être absorbés par l'eau, on se sert de la cuve au mercure; elle est construite comme la cuve pneumato-chimique (*Voyez* ce mot), et on opère dans le mercure avec cette cuve, exactement comme dans l'eau. Nous observerons seulement que le bois étant perméable au mercure, il est à craindre, si on s'en sert pour matière de la cuve, que les assemblages ne se déjoignent, ou que le mercure s'échappe par des gerçures; on a l'inconvénient de la cassure, si l'on emploie le verre, la faïence, ou la porcelaine, pour la construction de la cuve. Après avoir essayé différentes matières, on s'est fixé définitivement au marbre, qui n'offre aucun des inconvéniens attachés aux autres substances dont nous venons de parler.

CUVE PNEUMATO-CHIMIQUE. C'est une caisse de bois plus ou moins grande (*fig.* 37 et 38, pl. 5), doublée de plomb laminé ou de feuilles de cuivre étamé. La figure 37 représente cette caisse, vue en perspective; on en a supposé le devant et un des côtés enlevés dans la figure 38, afin de faire mieux sentir sa construction intérieure.

On distingue dans tout appareil de cette espèce, la tablette de la cuve ABCD (*fig.* 37), et le fond de la cuve FGHI (*fig.* 38). L'intervalle qui se trouve entre ces deux plans, est la cuve proprement dite: c'est dans cette partie creuse qu'on remplit les cloches; on les retourne ensuite, et on les pose sur la tablette ABCD, de manière qu'elles correspondent à un petit trou que la tablette présente dans le milieu. Ce trou est pratiqué au milieu d'une excavation en forme d'entonnoir, qu'on fait à la surface intérieure de la tablette.

La cuve doit être remplie de manière que la tablette soit toujours couverte de 27 millimètres (1 pouce) d'eau; elle doit avoir assez de largeur

et de profondeur, pour qu'il y en ait au moins 324 millimètres (1 pied) en tout sens, entre la tablette et le fond de la cuve. Cette quantité suffit pour les expériences ordinaires; mais il est des circonstances où il est indispensable de se donner un plus grand espace.

CYCLE. Révolution perpétuelle d'un certain nombre d'années, dont la période finit et recommence sans cesse.

On distingue trois sortes de cycles; savoir, le *cycle de l'indiction romaine* qui est une révolution de quinze années; le *cycle lunaire* qui est une révolution de dix-neuf années; et le *cycle solaire* qui est une révolution de vingt-huit années.

CYCLE DE L'INDICTION ROMAINE. Cycle ou période de quinze années. Ce cycle est purement arbitraire; son origine est incertaine, et l'on n'en voit point l'utilité. On conjecture que c'est *Constantin-le-Grand* qui l'a introduit en l'année 312: d'autres ont cru que cette façon de compter étoit en usage lors de la naissance de Jésus-Christ; et que l'année de cette naissance étoit la quatrième de l'indiction.

Pour trouver l'année de l'indiction romaine pour une année proposée, à compter de la naissance de Jésus-Christ, il faut ajouter trois au nombre d'années écoulées depuis cette époque, puisque l'année de cette naissance est supposée la quatrième du premier cycle, le résultat divisé par quinze, donnera un reste qui indiquera l'année de l'indiction romaine; et si ce reste étoit nul, cela marqueroit qu'on est à la dernière année du cycle. Pour l'année 1805, par exemple, on ajoutera 3 à 1805, ce qui fait 1808, dont la division par 15, donne 120 pour quotient et 8 pour reste; il y a donc 120 cycles d'écoulés depuis l'époque dont il s'agit, et l'année 1805 est la huitième de ce cycle.

En supposant que cette indiction n'a été introduite qu'en l'an 312, il faudroit retrancher 312 de 1805 et diviser le reste 1493 par 15, on obtiendroit ainsi 99 pour quotient et 8 pour reste; d'où il résulte que nous sommes encore dans la huitième année de l'indiction et qu'il y a 99 cycles d'écoulés.

CYCLE LUNAIRE. Révolution ou période de 19 années, après lesquelles les nouvelles et pleines lunes reviennent aux mêmes jours auxquelles elles étoient arrivées 19 ans auparavant. C'est *Méton*, célèbre astronome d'Athènes, qui a imaginé cette période. Cette invention fut trouvée si belle et l'utilité en parut si grande, qu'on écrivit en lettres d'or le nombre qui marquoit ce cycle, c'est pourquoi on l'appelle aujourd'hui indifféremment cycle lunaire ou nombre d'or. (*Voy.* NOMBRE D'OR.)

La révolution synodique de la lune se faisant en 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes 20 tierces, douze lunaisons au lieu de faire une année solaire, ne font que 354 jours et à peu près un tiers: d'où il suit que si la lune est nouvelle au commencement de l'année, elle ne le sera pas au commencement de l'année suivante, elle aura alors 11 jours d'âge. Mais 19 années solaires ou 228 de nos mois correspondent à très-peu près à 235 lunaisons; donc si la lune est en conjonction avec le soleil, elle y sera encore 19 ans après, et pendant la période des 19 années suivantes, la position respecti-

ve du soleil et de la lune sera la même que dans la période précédente.

L'année de la naissance de Jésus-Christ étoit la seconde du cycle lunaire ; ainsi pour avoir le nombre du cycle lunaire, par exemple pour l'année 1805, il faut ajouter 1 à 1805 et diviser la somme 1806 par 19, on aura 95 pour quotient et 1 pour reste; l'année 1805 est donc la première du cycle lunaire.

Les nouvelles lunes ne reviennent pas, comme l'avoit cru *Méton*, précisément à la même heure tous les 19 ans; la différence est d'environ une heure et demie, dont le mouvement de la lune anticipe sur celui du soleil, ce qui fait un jour de différence au bout de 16 périodes de 19 ans ou de 304 ans; le cycle lunaire ou nombre d'or n'indique donc plus exactement les phases de la lune : on a imaginé d'autres nombres pour corriger l'erreur qu'ils feroient naître. (*Voy.* Epacte.)

CYCLE SOLAIRE. Période de 28 années solaires, au bout de laquelle les quantièmes des mois et des jours de la semaine sont les mêmes que 28 ans auparavant. L'année civile est composée de 365 jours ou de 52 semaines et 1 jour, ce qui forme au bout de 7 ans un nombre entier de semaines; donc s'il n'y avoit pas de 4 ans en 4 ans une année bissextile, le premier jour de chaque mois correspondroit au même jour de la semaine que 7 ans auparavant; mais l'année bissextile ayant un jour de plus que les autres, il faut sept de ces années qui arrivent en 28 ans, pour que les quantièmes des mois et les jours de la semaine reviennent de la même manière qu'au commencement de la période.

Le cycle solaire sert à trouver la lettre dominicale pour chaque année. (*Voy.* Lettre dominicale.) Il sert aussi à trouver par quel jour de la semaine commence chaque mois. (*Voy.* Lettre périale.)

La première année de l'ère chrétienne étoit la dixième année du cycle solaire ; ainsi pour avoir l'année du cycle pour une année proposée, l'an 1805, par exemple, il faut ajouter 9 à 1805 et diviser la somme 1814 par 28, le quotient 64 indique qu'il s'est écoulé 64 cycles et le reste 22 marque que nous sommes dans la 22e. année du cycle actuel.

CYCLOIDE. Courbe formée par la révolution d'un point de la circonférence d'un cercle qui se développe sur une ligne droite. Ce cercle est appelé *cercle générateur de la cycloïde*. Les recherches relatives à la nature et aux belles propriétés qui distinguent la cycloïde, sont du ressort de la géométrie.

CYGNE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est située dans la voie lactée à côté de la Lyre. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

La constellation du Cygne renferme une étoile remarquable, placée sur sa queue, et que quelques astronomes mettent au nombre des étoiles de la première grandeur.

D

DAUPHIN. On a donné ce nom à une petite constellation de la partie septentrionale du ciel, qui est située entre l'Aigle et le petit Cheval. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

DÉCILE (opposition). C'est sui-

vant *Kepler* l'un des aspects des planètes, dans lequel deux d'entr'elles sont distantes l'une de l'autre de la dixième partie du zodiaque, ou d'un signe plus 6 degrés, c'est-à-dire, de 36 degrés.

DÉCLINAISON D'UN ASTRE. Distance d'un astre à l'équateur. Cette distance se mesure sur un grand cercle qui, passant par les poles du monde et le centre de l'astre, est perpendiculaire à l'équateur.

La déclinaison d'un astre est boréale ou australe, suivant qu'il se trouve entre l'équateur et le pôle nord, ou entre l'équateur et le pôle snd. La déclinaison du soleil est boréale, depuis le 21 mars (30 ventôse), jusques vers le 23 septembre (1 vendémiaire); et elle est australe, depuis le 23 septembre jusqu'au 21 mars. Le soleil n'abandonne jamais l'écliptique : la déclinaison de cet astre dépend donc de l'obliquité de l'écliptique à l'équateur; et conséquemment sa déclinaison ne peut être plus grande que vingt-trois degrés et demi : elle atteint cette limite, le 21 juin (2 messidor), et le 21 décembre (30 frimaire). Dans le premier cas, elle est boréale, et australe dans le second.

Les cercles sur lesquels on mesure la déclinaison des astres sont les mêmes que les méridiens, car tous ces cercles passent par les pôles du monde, et sont perpendiculaires à l'équateur. (*Voy.* CERCLES DE DÉCLINAISON.)

Un astre qui est situé à l'équateur, n'a point de déclinaison, et celui qui seroit situé au pôle de l'équateur, auroit une déclinaison de 90 degrés : d'où il suit que la déclinaison d'un astre quelconque ne peut être plus grande que 90 degrés.

DÉCLINAISON (Aiguille de). *Voyez* AIGUILLE DE DÉCLINAISON.

DÉCLINAISON (Cercles de). *Voy.* CERCLES DE DÉCLINAISON.

DÉCLINAISON DE L'AIMANT. L'axe d'un aimant, c'est-à-dire, la ligne droite qui joint ses deux pôles, ne coïncide pas toujours avec la ligne méridienne du lieu où l'on est : il s'en écarte quelquefois plus ou moins, tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest. C'est cet écart qu'on appelle *déclinaison de l'aimant*. Elle se mesure par l'arc d'un cercle parallèle à l'horizon, compris entre la ligne méridienne du lieu où l'on observe, et la direction actuelle de l'aimant.

Cette déclinaison n'est pas constante : elle varie continuellement, soit pour le temps, soit pour le lieu; et sa variation ne suit aucune loi connue.

En 1550, l'aiguille aimantée déclinoit à Paris de 8° vers l'est.

En 1580, elle déclinoit de 11° 30′ vers l'est.

En 1666, elle se dirigeoit directement vers le nord, c'est-à-dire, que sa déclinaison étoit nulle.

Depuis cette époque, elle a constamment décliné vers l'ouest, d'une manière plus ou moins rapide.

De 1792 à 1794, elle a paru fixée à. . . . . 21° 54′;
En 1798, elle étoit à 22° 15′;
En 1799, à. . . . . 22° 0′;
En 1800, à. . . . . 22° 12′;
En 1801, à. . . . . 22° 1′;
En 1802, à. . . . . 21° 45′;
En 1803, à. . . . . 21° 59′;
En 1804, à. . . . . 22° 15′.

Ainsi on voit que, depuis 1792 jusqu'en 1804, elle a été à Paris, quelquefois, rétrograde, mais le plus souvent stationnaire.

Sa marche a été à peu près la même à Geneve. En 1800, la déclinaison étoit 21° 29′.

En 1804, 21° 13′.

Le phénomène de la déclinaison de l'aimant a long-temps exercé la sagacité des physiciens; mais ce n'est que dans ces derniers temps qu'on en a donné une explication satisfaisante. Je renvoie le lecteur, pour cet objet, à l'article *magnétisme*, qui est consacré à l'explication des phénomènes relatifs à l'aimant.

DÉCOMPOSITION CHIMIQUE DES CORPS. Elle consiste dans la séparation de leurs molécules constituantes. (*Voyez* MOLÉCULES CONSTITUANTES).

C'est en vertu de l'attraction élective, qu'on sépare les molécules constituantes d'un corps. Le calorique suffit quelquefois à cet objet. Ainsi si l'on soumet du carbonate de chaux à l'action du calorique, ce fluide s'unit à l'acide carbonique en lui donnant la fluidité aériforme, et la chaux reste seule (*Voyez* ATTRACTION MOLÉCULAIRE).

Il arrive très souvent que le calorique ne peut opérer la séparation des principes constituans d'un corps; ainsi on a beau soumettre le sulfate de chaux à l'épreuve du calorique, ce composé résiste victorieusement à la durée et à l'inteusité de son action. Il faut donc employer un antre corps qui ait plus d'attraction pour l'acide sulfurique, que celui-ci n'en a pour la chaux. La potasse, la soude, etc. jouissent de cette propriété. Les alcalis sont donc propres à décomposer le sulfate de chaux.

DÉCOMPOSITION DES FORCES. Une force quelconque peut toujours être décomposée en plusieurs autres, pourvu que la résultante de celles-ci soit égale à la force donnée; ainsi une force unique appliquée en un point, équivaut à deux autres forces telles que la force proposée, soit la diagonale du parallélogramme construit sur les lignes qui les représentent en grandeur et en direction (*V.* COMPOSITION DES FORCES).

On peut aussi à la force S (*fig.* 34, *pl.* 4), substituer trois autres forces P, Q, R, appliquées au même point A, de sorte qu'en construisant le parallélipipède ABECG sur les forces AB, AD, AC, qui représentent les forces P, Q, R, la diagonale AF se confonde en grandeur et en direction avec la force S. Car, la résultante des forces P, R, est la diagonale AE du parallélogramme BC, de plus la figure AEFD étant un parallélogramme, les forces Q et AE ont pour résultante AF, donc les trois forces P, Q, R, équivalent à la force S.

En général, on peut se proposer de décomposer une force en tant d'autres que l'on voudra, d'après des conditions données. Pour cela il faut supposer une force égale et directement opposée à la force proposée, elle fera équilibre aux forces cherchées; on cherchera donc les équations d'équilibre de ce système de forces (*Voy.* EQUILIBRE DES FORCES.), et pour que le problème soit déterminé, il faudra n'avoir qu'autant d'inconnues, qu'il y a d'équations. Si cela n'étoit pas, on pourroit prendre à volonté telles forces que l'on voudroit, ou établir entre elles des conditions exprimées par des équations, de manière à restreindre les inconnues au nombre des équations.

La décomposition des forces sert

dans un grand nombre de problèmes de mécanique; on fait même usage de la décomposition d'une force en deux autres situées dans le même plan, ou en trois situées dans l'espace, pour composer un nombre quelconque de forces (*Voy.* ÉQUILIBRE DES FORCES).

DÉCOMPOSITION PHYSIQUE DES CORPS. Elle consiste dans la séparation des molécules intégrantes des corps, et cette séparation s'effectue par des moyens mécaniques (*Voy.* MOLÉCULES INTÉGRANTES et DIVISIBILITÉ DE LA MATIÈRE).

DÉCOURS. On a donné ce nom au tems qui s'écoule depuis la pleine lune jusqu'à la nouvelle lune; parce qu'alors la portion de son hémisphère éclairé que la lune nous présente, va toujours en diminuant jusqu'à ce qu'enfin cet hémisphère nous soit entièrement caché.

DÉCLINAISON (degrés de) *Voy.* DEGRÉS DE DÉCLINAISON.

DÉCRÉPITATION. On appelle ainsi la séparation subite des molécules d'un corps, déterminée par une chaleur brusque et accompagnée de petillement et de bruit. Cet effet a le plus souvent pour cause l'eau renfermée entre les molécules du corps qui décrépite; cette eau soumise à l'action subite du calorique, se redut promptement en vapeurs et écarte avec violence les molécules solides qui résistent à son expansion.

DÉCUSSATION. On appelle ainsi le croisement des rayons lumineux. Le point ou plusieurs rayons lumineux se croisent se nomme *point de décussation*. Tel est le foyer d'une lentille, d'un miroir, etc.

DÉFLEXION. Action par laquelle un corps se détourne de sa route rectiligne.

DÉFLEXION DES RAYONS LUMINEUX. Elle consiste en ce que les rayons lumineux qui rasent un corps opaque, se détournent de leur route rectiligne, et s'infléchissent d'autant plus vers ce corps qu'ils en sont plus voisins. Le *P. Grimaldi* a observé le premier ce phénomène; *Newton* l'a examiné ensuite avec plus de soin, et l'a appelé *Diffraction* (*Voyez* ce mot).

DÉGEL. Ce mot est consacré à désigner le passage de la glace à l'état de liquide, et ce passage s'effectue lorsque par une augmentation de température dans l'air environnant, la glace reçoit le calorique qu'exige la liquidité. Parmi les causes qui peuvent contribuer à cette augmentation de température, on doit compter le retour du soleil vers notre hémisphère, ses rayons plus directs, les vents chauds, tempérés ou humides qui viennent des régions du midi, etc.

Les phénomènes qui accompagnent le plus souvent le dégel, sont le débordement des rivières, le renversement des ponts par le choc violent que leur font éprouver de grosses pièces de glace que les fleuves et les rivières entraînent dans leur cours; enfin les montagnes de glace qui se forment quelquefois au milieu des fleuves ou au milieu des mers glaciales par l'assemblage des glaçons que les flots lancent avec impétuosité les uns sur les autres.

Le froid semble redoubler au commencement du dégel, c'est à dire lorsqu'il est sur le point de finir. *Demayran* observe avec raison dans sa dissertation sur la glace, que ce n'est

presque jamais qu'une pure illusion de nos sens. Le thermomètre monte presque toujours au commencement du dégel, ce qui annonce une augmentation de température, mais il se répand alors dans l'air une si grande quantité de particules aqueuses ou de petits glaçons fondus, encore très froids, et toujours très denses en comparaison de l'air, qu'ils excitent sur notre peau, à laquelle ils s'appliquent plus immédiatement que l'air, une sensation de froideur que cet air sec n'y excitoit pas auparavant. C'est ainsi qu'un brouillard qui environne une masse d'air, nous paroît beaucoup plus froid que cet air.

Il arrive souvent qu'au commencement du dégel les rampes et les escaliers des maisons, les parois des murailles, ainsi que la surface extérieure des portes des appartemens, se couvrent d'humidité. Cela vient, sans doute, de ce que l'air qui jouit d'une grande rarité, prend aisément le degré de chaleur amené par le dégel, et long-tems avant qu'il ait pénétré les corps solides dont il s'agit. Ce fluide circulant partout avec facilité, se trouve donc en contact avec les corps froids qui lui enlèvent beaucoup de calorique, et le forcent à abandonner une grande partie de l'eau qu'il tenoit en dissolution. Les rampes des escaliers, la surface extérieure des portes des appartemens, etc., doivent donc se couvrir d'humidité.

DEGRÉS. En physique on appelle degrés, les divisions des échelles sur lesquelles on place les thermomètres pour connoître l'augmentation et la diminution de la chaleur (*Voyez* THERMOMÈTRE).

DEGRÉS D'ASCENSION. Degrés que contient un arc de l'équateur, compris entre le premier point du Bélier, et le point de l'équateur qui passe en même temps avec une étoile, ou avec un astre quelconque, soit par le méridien, soit par l'horizon oriental.

Les astres ont deux sortes d'ascension, l'ascension *droite*, et l'ascension *oblique*.

L'ascension droite est l'arc de l'équateur compris entre le premier point du Bélier, et le méridien qui passe par le centre de l'astre; ou bien, c'est la distance d'un astre au point de l'équinoxe, comptée sur l'équateur.

On compte l'ascension droite d'un astre de l'ouest à l'est, de manière qu'un astre peut avoir jusqu'à 360 degrés d'ascension droite, de même qu'un lieu peut avoir 360 degrés de longitude. Il y a cependant une différence qui consiste en ce que l'on commence à compter les degrés de longitude à l'île de Fer, et que ceux de l'ascension droite se comptent du premier point du Bélier; de manière que tous les astres qui sont dans un même méridien, ont la même ascension droite, de même que tous les lieux qui sont sous le même méridien, ont la même longitude. Gardons-nous cependant de confondre l'ascension droite d'un astre avec sa longitude: les cercles qui déterminent l'ascension droite des astres, passent par les pôles du monde, tandis que ceux qui déterminent les longitudes, passent par les pôles de l'écliptique. (*Voyez* LONGITUDE DES ASTRES.)

L'ascension droite des étoiles change fort peu; mais celle des planètes varie beaucoup, à cause de leur mouvement continuel.

L'ascension droite des astres est d'un grand usage en astronomie. Elle sert 1°. à connoître leur longitude; 2°.

à marquer l'ordre suivant lequel se fait la révolution diurne des astres ; 3°. à déterminer l'intervalle de temps qu'ils emploient à se succéder les uns aux autres, surtout par rapport au méridien ; 4°. à connoître l'heure du passage d'un astre au méridien. Il suffit pour cela de prendre la différence entre l'ascension droite de l'astre, et celle du soleil pour le midi du jour dont il s'agit : on convertit cette différence en temps, à raison d'une heure pour 15 degrés ; ce qui donne à peu près l'intervalle du temps entre midi et le passage de l'astre par le méridien.

L'ascension oblique est l'arc de l'équateur compris entre le premier point du Bélier ou le colure des équinoxes, et le point de l'équateur qui est à l'horizon oriental en même temps que l'astre : de manière que si ce point de l'équateur est éloigné de 140 degrés du premier point du Bélier, l'astre aura 140 degrés d'ascension oblique.

Les astres ayant deux sortes d'ascension, l'une droite et l'autre oblique, on distingue les degrés d'ascension droite des degrés d'ascension oblique. Les premiers sont ceux que contient l'arc de l'équateur compris entre le premier point du Bélier ou le colure des équinoxes, et le méridien ou cercle de déclinaison, qui passe par le centre de l'astre. Les seconds sont ceux que contient l'arc de l'équateur compris entre le premier point du Bélier, et le point de l'équateur qui est à l'horizon oriental, en même temps que l'astre.

DEGRÉS DE DÉCLINAISON. On appelle degrés de déclinaison d'un astre, ceux que renferme un arc du cercle de déclinaison qui passe par le centre de l'astre, et qui est compris entre le centre même de cet astre et l'équateur : les degrés de déclinaison sont donc ceux qui expriment la distance d'un astre à l'équateur.

DEGRÉS DE LATITUDE. Degrés qui mesurent la distance d'un lieu de la terre à l'équateur terrestre. On appelle aussi degrés de latitude ceux qui mesurent la distance d'un astre à l'écliptique.

Il ne faut pas confondre la latitude d'un lieu terrestre avec la latitude d'un astre. La première se mesure sur un grand cercle qui, passant par les pôles du monde et par le lieu proposé, est perpendiculaire à l'équateur. Ainsi les degrés de latitude d'un lieu sont ceux que contient un arc de ce grand cercle, compris entre l'équateur et le lieu dont on cherche la latitude. Elle est boréale ou australe, suivant que le lieu proposé est entre l'équateur et le pôle nord, ou entre l'équateur et le pôle sud. (*Voyez* LATITUDE.)

La latitude d'un astre se mesure sur un grand cercle qui, passant par les pôles de l'écliptique et par le centre de l'astre, est perpendiculaire à l'écliptique. Ainsi les degrés de latitude d'un astre sont ceux que contient un arc de ce grand cercle, compris entre l'écliptique et le centre de l'astre dont on cherche la latitude : elle est boréale ou australe, suivant que l'astre proposé est situé au nord ou au sud de l'écliptique. (*Voyez* LATITUDE DES ASTRES.)

DEGRÉS DE LONGITUDE. Degrés qui mesurent la distance d'un lieu de la terre au premier méridien. On appelle aussi *degrés de longitude*, ceux qui mesurent la distance du premier point du bélier au point de l'écliptique auquel un astre répond perpendiculairement, cette mesure étant prise sur l'écliptique.

La longitude d'un lieu de la terre diffère donc de la longitude d'un astre, et ces deux longitudes se mesurent différemment.

La première se mesure sur l'équateur, ou sur un de ses parallèles. Ainsi les degrés de longitude d'un lieu de la terre sont ceux que contient un arc de l'équateur ou d'un de ses parallèles, compris entre le premier méridien et le méridien du lieu dont on cherche la longitude, en comptant d'occident en orient. (*Voyez* LONGITUDE.)

La longitude d'un astre se mesure sur l'écliptique : ainsi, les degrés de longitude d'un astre sont ceux que contient l'arc de l'écliptique, compris entre le premier point du Bélier et le point de l'écliptique auquel cet astre répond, ou ce qui est la même chose, ce sont les degrés que contient l'arc de l'écliptique, compris entre le premier point du Bélier et le cercle de latitude de cet astre, en comptant d'occident en orient. (*Voyez* LONGITUDE DES ASTRES.)

DEGRÉ TERRESTRE. Un degré terrestre faisoit, suivant l'ancienne division du cercle, la 360e. partie, et suivant la division décimale, la 400e. partie de la circonférence de la terre, si sa forme étoit parfaitement sphérique ; et dans cette hypothèse tous les degrés seroient égaux. Mais la terre étant un sphéroïde applati par les pôles, la grandeur du degré terrestre doit varier avec la latitude. Il doit être le plus grand au pôle, et le plus petit à l'équateur (*Voy.* FIGURE DE LA TERRE).

DÉLIQUESCENCE. Propriété qu'ont certains corps de s'emparer de l'humidité de l'air qui les environne, et de passer à l'état liquide au moyen de cette humidité.

La déliquescence appartient exclusivement aux substances salines ou à des matières qui en contiennent ; elle est l'effet de la grande attraction que ces substances ont pour l'eau. De là vient que plus elles sont simples, plus elles sont déliquescentes ; aussi les alcalis caustiques et les acides concentrés qui sont les sels les plus simples, sont les plus déliquescens.

DENSE. On donne cette épithète à un corps qui contient plus de matière sous le même volume qu'un autre corps auquel on le compare ; ainsi, je dis que l'eau est dense par rapport à l'air, parce qu'un centimètre cube d'eau contient plus de matière qu'un centimètre cube d'air.

DENSITÉ. Ce mot exprime la quantité de matière que contient un corps sous un volume déterminé ; par exemple, un décimètre cube d'or, un décimètre cube d'eau, un décimètre cube d'air, etc. La quantité de matière que contient un corps, se nomme la masse du corps, et elle s'estime par le poids qui lui est toujours proportionnel.

Il suit de là, 1°. qu'un corps a d'autant plus de densité que son poids est plus considérable, et son volume plus petit.

2°. Que les densités de deux corps quelconques sont en raison directe de leurs masses, et en raison inverse de leurs volumes.

3°. Si deux corps ont même volume, leurs densités sont en raison directe de leurs masses ou de leurs poids.

4°. Si deux corps ont même masse, leurs densités sont en raison inverse de leurs volumes.

La densité d'un corps est proportionnelle à sa pesanteur spécifique ; on peut donc déterminer le rapport

des densités de deux ou plusieurs corps comme on détermine celui de leurs pesanteurs spécifiques. (*Voyez* PESANTEUR SPÉCIFIQUE, POIDS, MASSE, etc.)

DENSITÉS DES PLANÈTES. Les densités des corps sont en raison directe des masses, et en raison inverse des volumes; et lorsque les corps sont à peu près sphériques, les volumes sont comme les cubes de leurs rayons : d'où il résulte que les densités sont alors comme les masses divisées par les cubes des rayons. Effectuant les divisions des masses des planètes (*Voyez* MASSES DES PLANÈTES) par les cubes de leurs rayons, on trouve les nombres suivans, pour les densités de la Terre, de Jupiter, de Saturne et d'Uranus, la moyenne densité du Soleil étant prise pour unité.

Le Soleil.	1
La Terre.	3,9393.
Jupiter	0,8601.
Saturne.	0,4951.
Uranus.	0,1376.

Ces résultats nous apprennent que les planètes les plus voisines du soleil sont aussi les plus denses, ce qui les met à même de résister à la grande activité de la chaleur solaire. Tout languiroit sur le globe que nous habitons, si, sa densité restant la même, il étoit tout à coup transporté à la place de Saturne. Les fluides passeroient subitement à l'état solide, et le froid excessif qu'on y éprouveroit, seroit pour les plantes et les animaux un principe de destruction. Tous les fluides passeroient à l'état aériforme, si, sans augmenter la densité de la terre, elle étoit placée à la distance de Mercure. Cette planète ☿ plus près du soleil que nous, éprouve une chaleur sept fois plus grande que celle qui se fait sentir dans nos contrées pendant les étés les plus brûlans; et cette chaleur ne diffère pas sensiblement de celle de l'eau bouillante. Un changement beaucoup moins considérable dans la température dépeuplercit la zone torride, si, sans prendre la place de Mercure, la terre se rapprochoit du soleil. La loi que l'observation nous a fournie, mettant toutes choses à leur place, nous dévoile parfaitement la sagesse de la nature.

DÉTONNATION. Ce mot est consacré à désigner une explosion avec fracas, qui se fait par l'inflammation de quelque corps combustible : telles sont les explosions de la poudre à canon, d'un mélange de gaz oxigène et de gaz hydrogène qu'on enflamme par l'étincelle électrique.

DIAMANT. Le diamant est un corps combustible jouissant d'une grande transparence et d'une extrême dureté. Lorsqu'il est sans défauts, il ressemble à un cristal de la plus grande netteté. Les mines d'où l'on tire les diamans les plus estimés, sont aux Indes orientales, dans les royaumes de Visapour et de Golconde. On en trouve aussi dans d'autres contrées, et particulièrement au Brésil en Amérique.

Les diamans, tels qu'ils nous sont offerts par la nature, se présentent ordinairement sous la forme d'octaèdres réguliers ou de solides à huit faces; mais cette forme est sujette à beaucoup d'irrégularités, comme le sont en général toutes les cristallisations. La forme de ses molécules est le tétraèdre régulier.

La pesanteur spécifique du diamant est, suivant *Brisson*, de 35,212 à 35,310 : elle est donc moindre que celle des métaux, et cependant sa dureté est telle, qu'aucun corps connu ne peut l'entamer par le frottement. On ne peut le polir qu'en frottant des diamans les uns contre les autres : il

en résulte une poussière qu'on nomme *égrisée*.

On distingue dans le commerce des diamans de diverses espèces que détermine la couleur. Les uns jouissent d'une blancheur presque parfaite ; d'autres présentent différentes teintes jaunâtres et roussâtres depuis les nuances les plus foibles jusqu'à un jaune et à un fauve ou roux très-pleiu: ces derniers sont peu estimés ; mais parmi les jaunes, il s'en trouve de fort beaux et de fort brillans. Il y a même, à proprement parler, des diamans de toute couleur ; on en voit de diverses nuances, de rouge, de bleu, de vert, etc. Ceux qui sont taillés en pyramides des deux côtés, portent le nom de *brillans* : on nomme *roses* les diamans taillés d'un seul côté et sciés ou plats de l'autre.

Le diamant s'électrise à l'aide du frottement. Exposé pendant quelque temps à l'action des rayons solaires, il acquiert, comme un grand nombre d'autres corps transparens, la propriété de luire dans l'obscurité.

Le diamant réfracte le fluide lumineux plus fortement qu'en raison de sa densité ; aussi *Newton*, qui nous a donné la mesure de cette force refringente, a-t-il annoncé aux savans que le diamant devoit être combustible. Malgré la confiance que devoit inspirer le témoignage d'un grand homme, l'extrême dureté du diamant, sa transparence, sa cristallisation, et surtout sa ressemblance avec les pierres dures transparentes, l'ont toujours fait regarder comme une espèce de cristal de roche, plus diaphane, plus dure, plus pure et plus parfaite que le cristal de roche ordinaire, et ce n'est que dans ces derniers temps que la prédiction de *Newton* a été justifiée par les expériences de *Macquer*, de *Darcet* et particulièrement de l'illustre et malheureux *Lavoisier*.

Lorsque le diamant est échauffé, avec le contact de l'air, au simple feu du fourneau de coupelle, il se gonfle quand il est rouge ; bientôt il paroît environné d'une auréole lumineuse ou d'une véritable flamme blanche, un peu verdâtre, et lorsqu'il a atteint cette température, il disparoît dans l'air qui l'environne, en continuant à briller du même éclat jusqu'à sa dernière molécule. Ces phénomènes, aperçus pour la première fois par *Macquer*, confirmés ensuite par *Darcet*, *Guyton* et *Fourcroy*, ne permettent pas de douter que le diamant n'éprouve, dans ce cas, une véritable combustion. Si l'on arrête l'expérience après que la flamme a commencé, le diamant refroidi a perdu de son poids, et souvent il est noirâtre à la surface. Cette dernière couleur, qui le recouvre comme un enduit, a surtout lieu quand on le chauffe moins qu'il n'est nécessaire pour le brûler. Si on le chauffe dans des cornues, il ne perd de son poids qu'en raison de la quantité d'air contenu dans l'appareil. *Lavoisier* ayant exposé des diamans dans des cloches pleines d'air renversées sur l'eau et sur le mercure au foyer d'un verre ardent, a constamment vu le volume de l'air, diminué d'environ un septième, les diamans perdre de leur poids, et, ce qui est encore plus remarquable, la partie oxigénée de l'air convertie en gaz acide carbonique. Si l'on compare, à la suite de ces expériences, les effets du charbon à ceux du diamant, on voit dans le produit que ces deux corps laissent après la combustion, une grande analogie qui a fait soupçonner que le diamant n'est que du

carbone pur. Il est probable que des expériences ultérieures achèveront de justifier ce soupçon.

Le diamant est principalement employé comme parure ; la taille ajoute à son éclat et à sa beauté naturelle : sa rareté lui donne une grande valeur. Il ne sert utilement dans les arts que pour couper, tailler et user les verres et pour graver sur quelques pierres d'une excessive dureté.

DIAMÈTRE APPARENT DES PLANÈTES. C'est l'angle sous lequel on voit le diamètre d'une planète, exprimé en minutes, secondes, tierces, etc., ou plutôt c'est l'angle dont ce diamètre est la corde, en prenant pour rayon la distance de la planète à la terre.

Les diamètres apparens d'une planète sont en raison inverse de sa distance ; car nous jugeons de la grandeur d'un objet par la grandeur de l'image qui se forme sur la rétine ou par la grandeur de l'angle optique. (*Voyez* ANGLE OPTIQUE et GRANDEUR APPARENTE). L'objet est ici le diamètre réel de la planète qui est la base de l'angle optique. Cette base est donc constante, puisqu'il s'agit de la même planète. Mais donnée même base, l'angle est d'autant plus petit, que les côtés deviennent plus longs : donc à mesure que la distance d'une planète augmente, son diamètre apparent doit diminuer ; et conséquemment les diamètres apparens d'une planète sont en raison inverse de sa distance.

Le diamètre apparent des planètes est relatif à leur grandeur réelle et à la distance à laquelle nous les voyons. Cette distance n'est pas la même pour toutes, ni dans tous les points de leurs orbites ; c'est pourquoi, afin de comparer ensemble ces diamètres, on les suppose tous vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil ; et l'on suppose aussi que le diamètre apparent de la terre, vu du soleil, est de 17 secondes. Cette dernière supposition n'est peut-être pas rigoureuse, mais au moins elle ne s'éloigne pas sensiblement de la vérité.

Tableau des diamètres apparens des planètes, vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil.

Noms des planètes.	*Diamètres apparens.*				
	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Tierc.
Mercure.		7	ou	7	0
Vénus.		16,52		16	31 1/3
La Terre.		17		17	0
Mars.		11,4		11	24
Cérès.		2 1/2		2 1/2	0
Pallas.		3		3	0
Junon.		2 1/2		2 1/2	0
Jupiter.	3	13,7	3	13	42
Saturne.	2	51,7	2	51	42
Anneau de Saturne. .	6	40,6	6	40	36
Uranus.		4		4	0
La Lune.		4,915		4	54 9/10
Le Soleil.	31	57,5	31	57	30

Les diamètres apparens des planètes servent à trouver leurs diamètres vrais, quand on connoît leurs distances: ainsi, en supposant connus les diamètres apparens, vus tous à la même distance, il est facile de les comparer au diamètre réel de la terre et de déterminer leur véritable grandeur.

Le diamètre apparent des étoiles est insensible, et leur diamètre réel est inconnu.

DIAMÈTRE VRAI DES PLANÈTES. Pour déterminer avec exactitude la grandeur réelle du diamètre des planètes, il faudroit connoître rigoureusement leur distance, et alors, connoissant leur diamètre apparent, nous jugerions certainement de leur diamètre vrai: mais nous n'avons que des à peu près sur la distance des planètes. On a jugé, d'après les plus exactes observations, que le diamètre apparent de la terre, vu du soleil, dans ses moyennes distances, est de 17 secondes: on a connu de même, par observation, les diamètres appareus des autres planètes, en les supposant tous vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil. D'après cela, il est facile de comparer ces diamètres à celui de la terre et de déterminer ainsi la grandeur de chaque planète en diamètres terrestres; et connoissant d'ailleurs le diamètre de la terre en myriamètres, nous parvenons à connoître de combien de myriamètres est composé le diamètre vrai de chaque planète. On trouvera cette comparaison dans le tableau suivant, qui donne à très peu près la grandeur du diamètre des planètres, le diamètre terrestre étant pris pour unité.

Tableau des grandeurs des diamètres des planètes en diamètres terrestres et en myriamètres.

Noms des planètes.	*Grandeurs en diamètre terrestre.*	*En myriamètres.*
Mercure,	$\frac{7}{17}$	525,04.
Vénus,	$\frac{33}{34}$	1258,76.
La Terre,	1	1274,92.
Mars,	$\frac{2}{3}$	854,84.
Cérès,	$\frac{1}{488}$	261,18
Pallas,	$\frac{2}{377}$	338,16
Junon,	$\frac{1}{550}$	229,15
Jupiter,	$11\frac{2}{5}$	14526,78.
Saturne,	$10\frac{1}{10}$	12876,52.
Son anneau,	$23\frac{1}{2}$	30042,84.
Uranus,	$\frac{1}{928}$	5521,82
La Lune,	$\frac{2}{7}$	368,46.
Le Soleil,	$112\frac{27}{34}$	143803,97.

Les diamètres de Cérès, Pallas et Junon sont fort douteux. *Herschell* les diminue beaucoup. (*Voyez* les articles respectifs de ces planètes.)

DIAPHANE. On donne cette épithète à un corps quelconque qui laisse passer une plus ou moins grande partie du fluide lumineux qui le pénètre. L'air, l'eau, le verre, etc., sont des corps diaphanes. Le mot *diaphane* est synonyme de transparent. (*Voy.* TRANSPARENT).

DIAPHANÉITÉ. Propriété qu'ont certains corps de prêter au fluide lumineux un passage plus ou moins facile (*Voyez* TRANSPARENCE).

DIAPHRAGME. Anneau de métal, de bois ou de carton qu'on place au foyer commun de deux verres de lunette, ou à quelque distance du foyer, pour intercepter les rayons trop éloignés de l'axe, qui pourroient rendre les images confuses. (*Voyez* LUNETTE).

DIFFRACTION. Espèce de déviation que souffre le fluide lumineux lorsqu'il rase les bords d'un corps opaque.

Tous les physiciens ont cru, avant *Grimaldi*, que le fluide lumineux ne pouvoit se répandre ou se transmettre que de trois manières, savoir, directement, ou après avoir été réfléchi, ou après avoir été réfracté. *Grimaldi* y en ajouta une quatrième, qu'il avoit observée dans la nature et qu'il appela *diffraction*. C'est cette inflexion qui se fait à la surface ou près de la surface des corps, et d'où résulte non seulement une plus grande ombre que celle qu'ils doivent donner, mais encore différentes couleurs à côté de cette ombre, qui ont de grands traits de ressemblance avec celle que donne l'expérience du prisme. On peut se convaincre aisément de l'existence du phénomène en regardant le soleil à travers les barbes d'une plume ou auprès des bords d'un chapeau; on apercevra une infinité de petits arcs-en-ciel ou de bandes colorées.

Newton a examiné ensuite le phénomène de la diffraction; il a constaté son existence par des observations plus précises, il a décrit avec plus d'exactitude les circonstances qui l'accompagnent. Quant à la cause qui lui donne naissance, il est probable qu'elle dépend de l'attraction que les corps exercent au contact ou presque au contact sur le fluide lumineux.

DIGESTEUR DE PAPIN. C'est un vase de métal très-épais, exactement fermé par un couvercle retenu par une forte vis. (*Voyez* MARMITE DE PAPIN).

DIGRESSION. C'est ainsi qu'on nomme les distances apparentes des planètes inférieures au soleil. Nous voyons toujours Mercure et Vénus du même côté que le Soleil, parce que, dans leurs plus grandes *digressions*, Mercure ne s'en éloigne jamais plus que d'environ 28 degrés, c'est-à-dire, environ autant que la Lune en paroît éloignée deux jours avant ou deux jours après sa conjonction; et Vénus ne paroît jamais s'en écarter que d'environ 47 degrés et demi, c'est-à-dire, à peu près autant que la lune en paroît éloignée quatre jours avant ou quatre jours après sa conjonction.

Les plus grandes digressions de Mercure sont, suivant *Kepler*, entre 17 degrés 33 minutes et 28 degrés 31 minutes; de sorte qu'elles varient d'environ 11 degrés. Les plus grandes digressions de Vénus sont entre 45 degrés et 47 degrés 48 minutes, de sorte qu'elles ne varient que de 2 degrés 48 minutes.

Vénus a très-peu d'excentricité: de là vient que ses plus grandes digressions, en différens temps, diffèrent très-peu. Au contraire l'excentricité de Mercure est fort grande: de là vient la grande différence qui existe entre ses plus grandes digressions. (*Voyez* VÉNUS et MERCURE).

DILATABILITÉ. Propriété qu'ont les corps de pouvoir augmenter de volume, soit par l'introduction d'un fluide étranger qui écarte leurs molécules, soit par la force de leur ressort, lorsqu'il cesse d'être retenu par des obstacles. (*Voyez* DILATATION).

DILATABLE. On donne cette épithète aux corps qui sont susceptibles d'être dilatés. Nous allons voir qu'elle convient à tous les corps de la nature. (*Voyez* DILATATION).

DILATATION. Action par la-

quelle un corps augmente de volume, soit que cette augmentation ait pour cause la force élastique du corps, soit qu'elle soit déterminée par la présence du calorique. (*Voyez* les mots ELASTICITÉ et CALORIQUE).

Les physiciens se sont occupés de déterminer les dilatations que fait éprouver à différens corps la présence du calorique. L'on a trouvé que pour chaque degré du thermomètre de Réaumur, le fer se dilate de $\frac{1}{75000}$ de chacune de ses dimensions, le cuivre de $\frac{1}{43000}$, et le verre de $\frac{1}{100000}$.

On a cherché aussi à connoître la quantité dont l'air se dilate par l'action du calorique.

Amontons a trouvé que depuis la température du printemps jusqu'à celle de l'eau bouillante, le volume de l'air augmentoit d'un tiers.

Ce résultat peu satisfaisant à raison du peu de fixité de la première température, a porté différens physiciens à s'occuper du même objet, en prenant le degré de la glace fondante, et celui de l'eau bouillante pour limites de la température, et la pression moyenne de l'atmosphère pour celle qui devroit agir uniformément sur l'air. Mais la grande diversité qui existe entre leurs résultats a plongé les savans dans de nouvelles incertitudes, que *Gay-Lussac* vient enfin de dissiper par une suite d'expériences faites avec soin et avec exactitude.

Ce physicien s'est d'abord occupé de rechercher la cause de la différence des résultats obtenus jusqu'à lui, et il la trouve dans la présence de quelques gouttes d'eau qui étoient restées dans les appareils. Ces molécules d'eau passant à l'état aériforme, et occupant conséquemment un espace beaucoup plus considérable, déplaçoient une grande partie de l'air renfermé avec elles dans le même ballon, en sorte que l'on attribuoit à l'air une dilatation beaucoup trop forte, en supposant qu'il remplissoit seul la capacité du ballon, où la température étoit parvenue au degré de l'eau bouillante.

Le procédé employé par *Gay-Lussac* pour les gaz insolubles, est le suivant:

On introduit le fluide aériforme dont on cherche la dilatation dans un ballon très-sec, qu'on fait ensuite chauffer jusqu'au terme de l'eau bouillante; lorsque la dilatation a produit tout son effet pour faire sortir une partie du gaz, on refroidit celui-ci au degré de la glace fondante, et en même temps on laisse entrer dans le ballon autant d'eau que le permet la présence du gaz qui y reste; il importe de remarquer que le gaz, dans ses différens états, doit toujours être ramené à l'équilibre avec la pression constante de l'atmosphère. Cela posé, le volume de l'eau qui est entré dans le ballon, représente la quantité dont l'air qui y reste est susceptible de se dilater, depuis le degré de la glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante. On pèse le ballon dans cet état, ensuite après l'avoir rempli d'eau, enfin après l'avoir vidé. La différence entre le poids du ballon vide et celui du ballon plein d'eau, donne la capacité du ballon, et la différence entre le poids du ballon vide et celui du ballon contenant un volume d'eau, égal à l'espace que le gaz a laissé libre en se condensant, donne la mesure de ce volume. Avec ces données, il est aisé de déterminer le rapport qui existe entre les volumes du gaz dans les deux températures extrêmes.

C'est ainsi que *Gay-Lussac* a trouvé que l'air atmosphérique se dilate depuis la température de la glace fondante jusqu'à celle de l'eau bouillante dans le rapport de 100 à 137,50, un peu plus grand que celui de 2 à 3 : d'où il résulte que la dilatation entre les mêmes limites est de $\frac{37,5}{100}$, ou de $\frac{80}{213,33}$ du volume primitif. Le gaz azote, le gaz oxigène et le gaz hydrogène, soumis aux mêmes épreuves, ont donné de semblables résultats.

Gay-Lussac a déterminé la dilatation des gaz solubles, en prenant pour terme de comparaison la dilatation d'un des gaz insolubles qui avoient déjà été soumis à l'expérience. Son appareil étoit composé de deux tubes exactement gradués sur leur longueur, et plongés verticalement dans un bain de mercure ; l'un contenoit de l'air atmosphérique, l'autre le gaz qu'on vouloit éprouver, et les deux fluides s'élevoient dans les tubes à la même hauteur. On portoit cet appareil dans une étuve dont on élevoit progressivement la température, et on voyoit les deux gaz monter dans leurs tubes de manière à correspondre toujours très-exactement aux mêmes divisions, ce qui annonçoit l'égalité des dilatations. Le gaz acide muriatique, le gaz acide carbonique, le gaz nitreux et le gaz sulfureux, ont été successivement soumis à l'expérience ; ils ont tous éprouvé la même dilatation.

Le fil de l'analogie conduisoit naturellement à conclure que les vapeurs étoient soumises à la même loi de dilatation. *Gay-Lussac* a confirmé cette conclusion en faisant passer la vapeur de l'éther sulfuré par l'épreuve de l'expérience déjà faite pour les gaz solubles. La marche de la dilatation s'est trouvée parfaitement égale pour la vapeur et pour les gaz.

Charles avoit obtenu, il y a dix-huit ans, des résultats semblables pour les gaz insolubles ; mais les résultats auxquels il étoit parvenu pour les gaz solubles différoient beaucoup de ceux de *Gay-Lussac*.

Dalton a fait sur le même objet des expériences, dont les résultats sont conformes à ceux de *Gay-Lussac*, et qui conséquemment en justifient l'exactitude.

Cette uniformité dans la marche que suivent, en se dilatant, les gaz et les vapeurs, fait voir que leur dilatabilité par l'action du calorique, ne dépend nullement de leur nature, mais seulement de leur état élastique.

Le rapport de dilatation obtenu par *Gay-Lussac* n'a lieu que pour ces deux limites qui répondent aux extrêmes de la température. Il reste à déterminer avec exactitude le coefficient qui représente la dilatation relative à chaque degré du thermomètre. *Gay-Lussac* a déjà trouvé que ce coefficient n'est pas constant ; de nouvelles recherches le conduiront probablement à connoître la loi de ses variations.

DILATÉ. Epithète que l'on donne à un corps dont le volume a augmenté, soit par la force de son ressort, soit par l'action du calorique.

DIOPTRIQUE. Science qui a pour objet les effets de la réfraction du fluide lumineux, passant par des milieux de différente densité, tels que l'air, l'eau, le verre, et particulièrement les lentilles. (*Voyez* les mots LENTILLES et RÉFRACTION DU FLUIDE LUMINEUX, etc.)

DIRECT. On appelle ainsi le mouvement propre d'une planète, qui s'effectue et qui paroît s'effectuer d'occident en orient suivant l'ordre des signes. Ce mouvement a toujours lieu pour les planètes supérieures excepté vers leur opposition au soleil, temps auquel ces planètes paroissent rétrogrades. De même ce mouvement a toujours lieu pour les planètes inférieures, excepté vers le temps de leur conjonction inférieure où elles paroissent rétrogrades. (*Voy.* le mot RÉTROGRADATION DES PLANÈTES.)

On nomme aussi *directe* la planète elle-même, lorsque par son mouvement propre, elle paroît se mouvoir comme elle se meut réellement d'occident en orient. (*Voyez* PLANÈTE.)

On donne aussi le nom de directe à la vision d'un objet qui se fait par des rayons qui, avant d'arriver à l'œil, n'ont été ni réfléchis ni réfractés. (*Voy.* VISION.

DIRECTION DE L'AIMANT. Propriété qu'a l'aimant de diriger l'un de ses pôles vers le nord et l'autre vers le sud. Lorsqu'un aimant peut se mouvoir librement, l'un de ses pôles se dirige vers le nord et l'autre vers le midi. Il en est de même d'une aiguille de boussole qui, après avoir été frottée sur les pôles d'un aimant, se meut librement sur son pivot.

Cette propriété qu'a l'aimant, soit naturel, soit artificiel de diriger un de ses poles vers le nord et l'autre vers le midi, est sans doute la plus utile de toutes celles qui le distinguent. (*Voy.* AIMANT ET BOUSSOLE.)

La vertu attractive de l'aimant étoit connue long-temps avant sa direction, et sa direction long-temps avant son inclinaison. (*Voy.* AIMANT.)

La direction de l'aiguille aimantée présente un phénomène fait pour exciter de la surprise : 1°. cette aiguille ne se dirige pas exactement vers les deux pôles de la terre; 2°. on y remarque chaque jour de la variation dans le même lieu; 3°. cette variation est très-différente dans les différens points du globe.

A Paris, il s'en faut d'environ 20 ou 21 degrés plus ou moins, que l'aiguille ne se dirige exactement vers les pôles : cet écart de l'aiguille se nomme sa *déclinaison*. (*Voy.* DÉCLINAISON DE L'AIMANT.) Il n'y a que quelques endroits de la terre où l'aiguille se dirige exactement vers les pôles du monde. Partout ailleurs elle décline, soit vers l'orient, soit vers l'occident. *Halley* a tracé une carte de ses différentes déclinaisons. (*Voy.* AIMANT et BOUSSOLE.)

DIRECTION DES PLANÈTES. C'est le mouvement des planètes d'occident en orient, et suivant l'ordre des signes. Le mouvement réel des planètes s'effectue toujours autour du soleil d'occident en orient; de manière que, vues du soleil, leur mouvement apparent seroit toujours conforme à leur mouvement réel; mais vues de la terre, il arrive quelquefois qu'elles paroissent se mouvoir en sens contraire de celui dans lequel elles se meuvent réellement, c'est-à-dire, d'orient en occident; et alors leur mouvement est rétrograde. Dans les autres temps, les planètes paroissent se mouvoir comme elles se meuvent réellement, leur mouvement apparent se fait dans le même sens que leur mouvement réel, c'est-à-dire, d'occident en orient; et c'est là ce qu'on appelle direction des planètes.

Pour rendre ces vérités sensibles,

soit le soleil en S (*fig* 39, *pl.* 5.) AVB*u*, l'orbite d'une planète inférieure, la terre dans son orbite au point T, *axb* une portion de la sphère céleste; le lieu apparent du soleil est *x*. Cela posé, si du point T où est la terre, on mène à l'orbite de la planète les tangentes TA*a*, TB*b*, il est visible que dans la conjonction inférieure, la planète passe de A en V, de V en B, tandis qu'elle paroît décrire dans la sphère céleste l'arc *axb*: ainsi le mouvement apparent de la planète est rétrograde. Dans la conjonction supérieure, la planète passe de B en *u*, de *u* en A, tandis qu'elle paroît décrire l'arc *bxa*; ainsi le mouvement de la planète est direct aux approches et dans la conjonction supérieure. Il est aisé de concevoir que la planète doit paroître sans mouvement ou stationnaire, dans son passage du mouvement direct au mouvement rétrograde, et que cela doit avoir lieu, lorsque l'orbe de la planète, dans le point où elle se trouve, est tellement incliné à l'orbe de la terre dans le point où elle est, qu'ayant tiré la ligne *td* parallèle et peu éloignée de la ligne TD, D*d* soit à T*t* comme la vitesse de la planète dans son orbe est à la vitesse de la terre; car ces petites lignes sont parcourues dans le même temps, et la ligne menée par la terre et la planète, se meut d'un mouvement parallèle qui ne change pas le lieu apparent de la planète.

Quant aux planètes supérieures, soit M une de ces planètes, (*fig.* 40, *pl.* 5) le soleil S, THBC l'orbite de la terre, DFG une portion de la sphère céleste. Lorsque la terre est en T, le lieu apparent de la planète M est au point D; lorsque la terre est en H, le lieu apparent de la planète est au point F; enfin lorsque la terre est au point B de son orbite, le lieu apparent de la planète est au point G: d'où il résulte que, tandis que la terre parcourt l'arc THB, la planète paroît décrire dans la sphère céleste l'arc DFG, et conséquemment son mouvement apparent est rétrograde dans l'opposition. Il est direct dans la conjonction comme celui de Mercure et de Venus dans leurs conjonctions supérieures. (*Voy.* Conjonction, Opposition, Mouvement apparent, etc.)

DIRECTION. (Ligne de) *Voyez* Ligne de direction.

DISQUE. Les astronomes emploient ce mot pour désigner le corps du soleil ou d'une planète quelconque, tel qu'il s'offre à nos regards. Le soleil et les planètes sont des corps à peu près sphériques: si donc nous les voyons tels qu'ils sont, ils nous paroîtroient comme des globes. Mais toute leur surface étant également éclairée, nous n'avons aucun moyen de juger que les parties du milieu sont plus près de nous que celles des bords. Les lignes courbes qui forment leur convexité antérieure, se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites; c'est pourquoi nous voyons ces corps célestes comme des plans circulaires, et ce sont ces plans que l'on appelle *disques*.

Le disque du soleil ou de la lune se divise en 12 parties qu'on appelle doigts; et c'est par là qu'on mesure la grandeur d'une éclipse qu'on dit être de tant de doigts, ou de tant de parties du disque de l'un ou de l'autre de ces astres. Ces doigts ne sont autre chose que les parties du diamètre du disque et non de sa surface. Dans les éclipses totales, tout le disque est caché ou obscurci; au lieu que dans les

éclipses partielles, il n'y en a qu'une partie qui le soit. (*Voyez* le mot Eclipse.)

DISSOLUTION. Action en vertu de laquelle les molécules de deux corps dont l'un au moins est fluide, s'unissent plus ou moins étroitement; le corps fluide est communément appelé *dissolvant*. L'autre est le corps *dissous*. L'action des deux corps est néanmoins réciproque, et si le fluide a obtenu le nom de dissolvant, ce n'est sans doute que parce qu'il donne au corps dissous et sa forme et à peu près sa densité.

Quelquefois les molécules du dissolvant et du corps dissous s'unissent si intimement qu'il résulte de leur union un corps qui n'a aucune de leurs propriétés, comme lorsqu'on fait dissoudre un métal, du cuivre, par exemple, dans l'acide nitrique, le métal commence par s'oxider, et lorsqu'il est réduit à l'état d'oxide il se dissout, et le résultat de la dissolution est un sel qui n'a ni les propriétés du métal ni les propriétés de l'oxide. Dans ce cas, la dissolution prend le nom de *combinaison*.

Le plus souvent l'union entre les molécules du dissolvant et du corps dissous n'est pas très intime, et alors après la dissolution, les molécules des deux corps conservent leurs propriétés : c'est ce qui arrive toutes les fois qu'on emploie pour dissolvant le calorique, l'eau, l'alcool, l'air.

Le calorique est le dissolvant de tous les corps de la nature; il n'en est aucun qui résiste victorieusement à son action et qui ne puisse recevoir de lui la fluidité aériforme. (*Voyez* au mot Calorique l'art. 6, qui traite de l'influence du calorique sur la formation des fluides aériformes).

L'eau est le dissolvant de toutes les substances salines, des gommes, de l'air; elle donne donc sa forme et à peu près sa densité à ces substances, et conséquemment l'air que l'eau contient n'y est point sous forme élastique; il a pris la forme et la densité de l'eau, ce qui fait qu'il ne trouble point sa transparence (*Voy.* Transparence).

L'air est le dissolvant de l'eau; il lui donne dans l'acte de la dissolution, la forme gazeuze et à peu près sa densité. De là vient que l'eau ne trouble point la transparence de l'air lorsqu'elle est bien dissoute.

DISTANCE. On nomme ainsi la ligne la plus courte qu'on puisse mener entre deux objets dont on veut connoître la distance : d'où il suit que la distance d'un objet à un autre objet, est toujours une ligne droite menée entre ces deux objets.

DISTANCE. (*terme d'astronomie*). Les astronomes entendent par le mot distance, quelquefois une ligne droite, quelquefois un angle ou un arc de cercle; les circonstances déterminent si bien cette signification, qu'on ne peut jamais s'y méprendre. S'il s'agit de la distance d'un astre à la terre, c'est une ligne droite menée du centre de l'astre au centre de la terre. Il en est souvent de même de la distance d'un astre au soleil; mais s'il s'agit de la distance mutuelle de deux astres, ou d'un astre à un point quelconque du ciel, on la mesure par l'angle que forment entr'elles deux lignes droites menées du centre de chacun de ces astres à la terre, ou par l'arc de cercle compris entre ces deux lignes. La mesure de cette distance est aussi quelquefois un arc de cercle compris entre les deux cercles de déclinaison

ou de latitude, qui passent par les centres des deux astres. Par exemple, la distance mutuelle de deux astres en ascension droite, est l'arc de l'équateur compris entre les deux méridiens ou cercles de déclinaison, dont chacun passe par le centre de l'un des deux astres; de même la distance mutuelle de deux astres en longitude est l'arc de l'écliptique, compris entre les deux cercles de latitude, dont chacun passe par le centre de l'un des deux astres.

DISTANCE APPARENTE. C'est celle à laquelle paroît un objet. La distance apparente diffère très souvent de la distance réelle; 1°. la lune et les étoiles nous paroissent également distantes de la terre, et cependant la différence de leurs distances réelles est en quelque sorte infinie. 2°. L'horizon et le ciel nous paroissent se toucher. 3°. Lorsqu'on ne voit pas un grand vallon qui se trouve dans une plaine, les objets, qui sont au-delà de ce vallon, paroissent tout près de nous; nous ne nous appercevons de leur grande distance que lorsque nous arrivons sur le bord du vallon.

La raison de ces phénomènes est que nous jugeons de la distance d'un objet principalement par le nombre d'objets intermédiaires entre nous et cet objet. Ce sont ces objets intermédiaires qui font naître l'idée de la distance qui conséquemment doit augmenter avec leur nombre. (*Voyez* GRANDEUR APPARENTE).

DISTANCE AU ZÉNITH. Elle se mesure par l'arc du méridien ou de tout autre cercle vertical, compris entre le zénith et un point quelconque dans le ciel.

La distance au zénith est vraie ou apparente. La première est l'arc du cercle vertical, compris entre le zénith et le lieu vrai de l'astre, c'est à dire, le lieu où il seroit, vu du centre de la terre. La seconde est l'arc du cercle vertical, compris entre le zénith et le lieu apparent de l'astre, c'est à dire le lieu où il est vu de la surface de la terre.

La distance au zénith est toujours le complément de la hauteur de l'astre; ainsi si cette hauteur est de 55 degrés, la distance au zénith est de 35 degrés.

DISTANCE DE L'ÉQUINOXE AU SOLEIL ou AU MERIDIEN. C'est le nombre de degrés que le point équinoxial ou le premier point du Bélier, au moment de midi, a encore à parcourir pour arriver au méridien; ces degrés étant convertis en temps à raison de 15 degrés par heure, ce n'est autre chose que le complément à 360 degrés de l'ascension droite du soleil, réduit en temps, à raison de 15 degrés par heure; ou bien c'est le complément à 24 heures de cette ascension droite, déjà réduite en temps (*Voyez* DEGRÉS D'ASCENSION DROITE).

Supposons, par exemple, que le soleil ait 90 degrés, ou 6 heures d'ascension droite, c'est à dire qu'il soit à 90 degrés du point équinoxial, vers l'orient, lorsque le soleil sera arrivé au méridien, le point équinoxial en sera éloigné de 90 degrés vers l'occident; et conséquemment il aura encore 270 degrés à parcourir pour revenir au méridien le lendemain. Ces 270 degrés, convertis en temps, font 18 heures, et ces 18 heures sont ce qu'on nomme distance de l'équinoxe au soleil ou au méridien. Si, au contraire, à l'instant de midi, c'est à dire,

au moment où le soleil est arrivé au méridien, le point équinoxial se trouve encore en être à 90 degrés vers l'orient, le soleil aura alors 270 degrés ou 18 heures d'ascension droite ; et la distance de l'équinoxe au soleil ou au méridien, ne sera que de 90 degrés ou de 6 heures.

D'après cela, il est visible qu'il existe une grande différence entre la distance de l'equinoxe au soleil, et la distance du soleil à l'équinoxe : cette dernière est leur distance mutuelle, en partant de l'équinoxe pour aller au soleil suivant l'ordre des signes, ou d'occident en orient. C'est en un mot, la même chose que l'ascension droite du soleil; au lieu que la distance de l'équinoxe au soleil est leur distance mutuelle, en partant du soleil, et comptant de même d'occident en orient. Celle-ci est le complément de la première ; ou bien c'est ce qui manque en degrés à la première pour en faire 360, ou encore ce qui lui manque en heures pour en faire 24.

Le principal usage de la distance de l'équinoxe au soleil, consiste à trouver l'heure du passage des astres par le méridien.

DISTANCES (MOYENNES). Les astronomes appellent ainsi les deux points de l'orbite d'une planète, dans lesquels elle se trouve à une distance de son astre central, qui tient le milieu entre la plus grande et la plus petite. Ces deux points sont également distants de part et d'autre de deux autres points appelés les Apsides, et qui déterminent l'aphélie et le périhélie des planètes, l'apogée et le périgée de la lune, etc.

DISTILLATION. On distingue deux sortes de distillation, la distillation simple et la distillation composée.

La distillation simple n'est, comme l'évaporation, qu'une opération en quelque façon mécanique qui sépare l'une de l'autre deux substances sans les décomposer et sans altérer leur nature. Dans l'évaporation c'est le produit fixe qu'on cherche à conserver, sans s'embarrasser de conserver le produit volatil ; dans la distillation au contraire on s'attache le plus communément à recueillir le produit volatil, à moins qu'on ne se propose de les conserver tous deux. Ainsi la distillation simple bien analysée ne doit être regardée que comme une évaporation en vais eaux clos.

Le plus simple de tous les appareils distillatoires consiste dans une cornue qu'on place ou dans un fourneau de reverbère ou au bain de sable. Pour recueillir et pour conserver les produits on adapte à la cornue un récipient qu'on lute avec elle ; quelquefois on se sert d'une cucurbite de verre ou de grès, surmontée de son chapiteau, ou bien d'un alambic de verre, auquel tient un chapiteau d'une seule pièce.

La distillation composée opère une véritable décomposition des corps qui y sont soumis. Une portion telle que le charbon demeure fixe dans la cornue ; tout le reste se réduit en gaz d'un grand nombre d'espèces ; un appareil distillatoire ordinaire ne suffiroit pas pour retenir et pour séparer des produits aussi variés : on se sert alors de l'appareil de Woulf. (*Voyez* APPAREIL DE WOULF.)

DIURNE (Arc). *Voyez* ARC DIURNE.

DIVERGENCE. Disposition de

deux ou plusieurs lignes qui, partant du même point, vont toujours en s'écartant de plus en plus : tels sont les rayons lumineux qui partent de chaque point d'un objet visible, et qui, en arrivant à l'œil, forment une pyramide dont la base est appuyée sur l'œil, et dont le sommet se trouve au point de l'objet d'où ils partent.

DIVERGENS (Rayons) *Voyez* RAYONS DIVERGENS.

DIVISIBILITÉ. Propriété qu'ont tous les corps de pouvoir éprouver une séparation de parties.

Il n'y a point de corps sans étendue, et l'étendue suppose contiguité et distinction de parties. Tous les corps sont donc composés de parties distinctes. Ces parties que la force attractive tient enchaînées peuvent être séparées les unes des autres; c'est ce qui constitue la divisibilité. Pour effectuer la séparation des parties d'un corps, il faut employer une force répulsive supérieure à la force qui les unit. Cette force répulsive peut être l'effet d'une puissance mécanique, telle que la lime, la râpe, le pilon, etc. On peut employer le calorique, qui a la propriété d'écarter les molécules d'un corps quelconque soumis à son action; des fluides, tels que l'eau, l'alcool et les acides, servent aussi quelquefois à cet usage.

Mais quel que soit le moyen que les circonstances et la nature du corps dont on se propose de séparer les parties nous commandent d'employer, il se trouve réduit, après l'opération, en un grand nombre de molécules très petites; et lorsque leur extrême ténuité les fait échapper à l'activité de nos regards, le microscope nous fait encore apercevoir dans chacune d'elles les trois dimensions qui caractérisent l'étendue. Alors nous concevons qu'il est possible de mener plus loin la division; et si les molécules résistent avec opiniâtreté aux efforts que nous faisons pour l'effectuer, c'est à l'insuffisance des moyens employés qu'il faut s'en prendre.

Pour se convaincre de l'extrême divisibilité de la matière, il suffit de remplir d'eau bien nette un verre contenant un morceau de sucre ou d'un sel quelconque. L'eau conserve toute sa transparence, pendant que les molécules salines séparées les unes des autres se dispersent dans le liquide; et ce qui prouve l'extrême petitesse de ces molécules, c'est qu'elles ne sont pas sensibles à l'œil, même à l'aide du microscope.

Les molécules qui abandonnent une liqueur odorante soumise à l'action du calorique se trouvent en assez grand nombre pour se répandre uniformément dans un grand espace, et elles ont une telle ténuité que le volume de la liqueur ne souffre pas une diminution sensible. Pour connoître le nombre prodigieux de particules odorantes, ainsi que la division étonnante qu'a dû souffrir la petite quantité de liqueur évaporée, il suffit de la comparer au volume d'air renfermé dans une chambre de 1 mètre 266 carrés (environ 12 pieds carrés), sur 3 mètres et 2 décimètres (environ 10 pieds) de hauteur. Quand le peu de liqueur dont il s'agit égaleroit 23 millimètres cubes (2 lignes cubiques) avant l'expérience, et qu'après l'expérience il ne se trouveroit que quatre particules dans chaque ligne cubique (12 millimètres cubes) d'air,

que de millions de parties n'apercevroit-on pas par cette comparaison et par le calcul qu'on peut faire facilement ? mais ces millions de parties combien ne seront-ils pas augmentés si l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur sensiblement répandue, n'est que la plus petite quantité de ce qui s'est évaporé.

Le musc a une divisibilité telle, qu'un décigramme (nn grain, 88) de cette matière peut faire sentir son odeur dans un appartement, d'une manière incommode, pendant l'espace de vingt ans.

Boyle a trouvé que 53 milligrammes (1 grain) de cuivre dissous contiennent 22,788,000,000 parties visibles.

Rien ne me paroît plus propre à donner une idée juste de la grande divisibilité de la matière, que l'extrême ténuité des corpuscules dont se compose le fluide lumineux. Le docteur *Nieuwentil* a calculé qu'un poure de bougie, après avoir été converti en lumière, se trouve divisé en un nombre de parties exprimé par le chiffre 269617040, suivi de quarante zéros, ou, ce qui est la même chose, qu'à chaque seconde que la bougie brûle il en doit sortir un nombre de parties exprimé par le chiffre 418660, suivi de trente-neuf zéros, nombre beaucoup plus que mille millions de fois plus grand que celui des sables que pourroit contenir la terre entière, en supposant qu'il tienne cent parties de sable dans la longueur de 27 millimètres (1 pouce).

A ces faits, qui attestent de la manière la moins équivoque l'étonnante divisibilité des corps, se joignent d'utiles applications que les arts ont faites de cette propriété. Quelques coups de marteau suffisent pour donner à une masse d'or du poids de 53 milligrammes (1 grain) la forme d'une large feuille. Cette feuille est placée entre deux parchemins, et soumise à de nouvelles percussions qui lui font acquérir beaucoup de surface aux dépens de son épaisseur. Pour éviter le danger de la déchirure, qui augmente avec l'amincissement de la feuille, on la met entre deux peaux d'une très grande finesse, qu'on trouve dans l'estomac des bœufs. Elle acquiert par des percussions réitérées un degré d'amincissement tel, qu'il faut 300 mille de ces feuilles appliquées les unes sur les autres pour faire l'épaisseur de 27 millimètres (un poure) : en supposant que chaque feuille a 732 millimètres carrés de surface (un poure carré), on pourra diviser chaque côté du carré en 600 parties visibles, ce qui fait 360,000 petits carrés visibles pour une surface de 732 millimètres carrés (un ponce carré). Or cinquante de ces feuilles de 732 millimètres carrés (un ponce carré) forment le poids de 53 milligrammes (nn grain), d'où il résulte que le petit solide est divisible en 18 millions de parties visibles à l'œil. Chacun de ces petits carrés se changeroit, à la faveur du microscope, en une large feuille où l'œil et le calcul trouveroient encore à s'exercer.

L'art du fileur d'or offre des résultats encore plus surprenans. Avec une quantité de feuilles d'or, qui n'excède jamais le poids de 183.56 grains (6 onces), et que l'on réduit quelquefois jusqu'à 30,59 (une once), on couvre un cylindre d'argent d'environ 0,595 mètres de longueur

(22 pouces), 0,034 mètres de diamètre (15 lignes), et du poids de 100 hectogrammes (45 marcs). On fait passer successivement le rouleau doré par les trous d'une lame d'acier qui vont en décroissant; de façon que le rouleau s'allongeant aux dépens de son diamètre acquiert une longueur de 377957, 84 mètres (193920 toises). Pendant cette opération l'or s'étend sur le fil d'argent, de manière que l'argent ne demeure découvert nulle part; on passe ensuite le fil doré entre deux rouleaux d'acier poli, pour en former une lame. Cette opération l'allonge encore d'un septième, et la lame se trouve dorée dessus et dessous, d'où il résulte qu'on obtient deux lames d'or, dont chacune a une longueur de 430 kilomètres (97 lieues).

Avant d'être filée pour la fabrication de nos étoffes, la soie l'a déjà été par l'insecte qui nous la donne, à la faveur d'une filière qu'il a reçue de la nature. Le fil dont il forme sa coque a une si grande finesse qu'il faut en mesurer 3565 décimètres (300 aunes) pour faire le poids de 32 milligrammes (0,58 grains). Les fils des araignées, tels qu'elles les produisent immédiatement, et avant qu'elles les joignent pour former leur toile, sont, à l'égard d'un cheveu, d'après les observations de *Réaumur*, moins gros que ne l'est le fil trait doré à l'égard du premier cylindre dont il a été tiré, et leur diamètre égale à peine l'épaisseur de cette légère couche d'or qui couvre le fil d'argent.

Jetons enfin un coup-d'œil rapide sur les procédés du teinturier. Dans cette opération une très-petite quantité de matière colorante se divise en autant de parties qu'on peut en imaginer dans la substance colorée : or, quel nombre prodigieux de parties résulteroit de la division d'une pièce d'étoffe. Pour s'en former une idée, il suffit, en la supposant divisée en autant de fils qu'il en a fallu pour la former, de concevoir combien de fois on peut porter le ciseau sur la longueur de chacun de ces fils.

Les faits que nous avons cités, et les applications nombreuses qui les accompagnent, ne laissent aucun doute sur la prodigieuse divisibilité de la matière. C'est surtout vers ces sortes d'applications que le physicien doit diriger son travail et son activité. L'application des vérités physiques aux arts et aux besoins ordinaires de la vie donne aux sciences un objet d'utilité qui peut seul justifier les soins qu'on se donne pour leur culture.

Mais la matière est-elle divisible à l'infini, en sorte que sa division n'admette aucunes bornes possibles? ou bien est-elle composée en dernier résultat de molécules indivisibles?

Pour résoudre cette question oiseuse jusqu'à un certain point, et qui, sous ce rapport, a fixé trop longtemps l'attention des physiciens, supposons que la masse de chacune des parties les plus petites ou des molécules élémentaires dont les corps se composent est infiniment petite; je sais que l'infiniment petit n'existe point dans la nature; aussi le résultat que j'obtiendrai, dans la supposition que j'ai faite, ne doit-il être regardé que comme une limite vers laquelle tend, sans pouvoir jamais l'atteindre, le résultat de la nature.

Exprimant par 1 la masse d'un

corps fini quelconque, celle d'une de ses molécules élémentaires sera représentée par $\frac{1}{\infty}$; et comme les masses s'estiment par les poids, et que ceux-ci se composent des volumes multipliés par les densités, il est visible que le résultat de cette multiplication doit être $\frac{1}{\infty}$: donc la densité des molécules élémentaires ne peut être finie qu'en supposant leur volume égal à $\frac{1}{\infty}$, ce qui est absurde. Dans toute autre supposition admissible, la densité des molécules élémentaires doit être infinie : d'où il suit que les molécules élémentaires n'ont point de pores, qu'elles ont une extrême dureté, qu'elles sont inaccessibles, en un mot qu'elles jouissent de la simplicité, si l'on place cette propriété au point où s'arrêtent tous les efforts de l'analyse. (*Voyez* MOLÉCULES ÉLÉMENTAIRES, et la deuxième section de l'attraction moléculaire).

Cette indivisibilité des molécules élémentaires peut seule, suivant *Newton*, garantir à la nature son inaltérabilité et sa durée ; car si les molécules élémentaires pouvoient être divisées ou altérées d'une manière quelconque, cette altération en produiroit nécessairement une dans les corps qui résultent de leur union, et conséquemment la nature des corps changeroit avec celle des élémens qui les composent.

DIVISIBLE. On donne cette épithète à tout corps dont on peut séparer les parties. (*Voy.* DIVISIBILITÉ).

DIVISION. On doit entendre par ce mot la séparation actuelle des parties d'un corps. (*Voy.* DIVISIBILITÉ).

DOIGT. Les astronomes ont donné ce nom à la douzième partie du diamètre du soleil ou de la lune. On emploie ce mot lorsqu'il s'agit d'exprimer la quantité dont un de ces astres est éclipsé. Pour mesurer cette quantité, on suppose qu'on a divisé en douze parties égales qu'on appelle *doigt*, le diamètre de l'astre qui coupe l'ombre, ou qui, étant prolongé, la couperoit par son centre au moment même du milieu de l'éclipse : puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, on détermine la quantité dont l'astre est éclipsé. Ainsi, s'il y a six de ces parties d'obscurcies, on dit que l'éclipse est de six *doigts*.

DORADE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située au pôle austral de l'écliptique, au-dessus du Navire, entre le Chevalet du peintre, le Réticule rhomboïde et le grand Nuage. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

Cette constellation ne se lève jamais pour nous. Les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande, pour qu'elle puisse jamais paroître sur notre horizon.

DOUBLEUR D'ÉLECTRICITÉ. La figure 41, planche 5, représente cette machine vue en perspective. Ses dimensions sont arbitraires; sa matière est du verre ou du laiton, à l'exception des petites boules de moëlle de sureau qui forment l'électromètre, et des fils de lin très-fins qui suspendent ces boules.

A et C sont deux disques de laiton

aucune connexion avec le reste de l'instrument. Dans toute autre position de l'appareil, les trois disques et la boule D sont sans communication réciproque.

Lorsque les disques A et B sont vis-à-vis l'un de l'autre, les deux disques fixes A et C peuvent être considérés comme un seul corps métallique continu, au moyen de la communication que la traverse *gh* établit entre eux ; ce corps se trouve alors dans le même état d'électricité. Dans ce même instant, le disque tournant B, et la boule D constituent aussi un même assemblage métallique, au moyen de la communication qu'établit le bras *fd*, terminé par un fil que touche alors le disque B ; or toutes les expériences faites jusqu'ici prouvent que ces deux systèmes de corps sont dans un état d'électricité différent, c'est-à-dire, qu'ils sont réciproquement négatif et positif ; cet effet s'accumule à chaque révolution du disque mobile, et il se fait une espèce de charge comme dans la bouteille de Leyde, si du moins le disque mobile ne touche jamais ni l'un ni l'autre des deux disques fixes. La rotation, en détruisant les contacts, conserve cet état d'accumulation inégale ; elle conduit le disque B de A jusques en C, en même temps que le bras N met la boule D en communication avec le disque C ; l'électricité de B agit alors sur celle de C, et la quitte après lui avoir fourni une addition ; le disque B revient ensuite à sa première position vis-à-vis de A : l'effet de cette révolution est ainsi d'accroître la tension électrique dans les deux systèmes séparés de corps différens, qui constituent l'appareil ; cette tension s'accroît à mesure qu'on augmente le nombre des révolutions, et enfin lorsqu'elle arrive à sa limite d'accroissement, l'équilibre se rétablit par une explosion ou petite étincelle qui part d'un disque à l'autre. Il faut ordinairement quinze à vingt tours pour produire le degré d'accumulation ; mais l'électromètre à boules, suspendu à l'un ou l'autre des points x et z, annonce les symptômes électriques dès les premiers tours de la manivelle.

On connoît ensuite l'espèce d'électricité que manifeste la divergence des boules, par le procédé ordinaire d'un bâton de cire d'Espagne frotté qu'on en approche à quelque distance. Si l'écartement des boules augmente, leur électricité est négative ou résineuse. Si au contraire elles s'approchent, leur électricité est positive ou vitrée.

Si l'une des parties de l'appareil est mise en communication avec la terre, ou si l'on change l'ajustement des disques, il y a quelques variations dans les résultats, qu'un physicien exercé ramène sans peine aux principes généraux.

Cet instrument, dont nous devons l'invention à *Read*, recueille et enlève l'électricité à la vapeur aqueuse suspendue dans l'atmosphère qui la contient ordinairement. Pour justifier cette assertion, l'auteur imagina d'essayer des assortimens de disques formés avec différentes substances, telles que du bois, de la corne, du sulfate d'alumine, du muriate d'amoniaque, du verre, etc. Toutes ces substances produisirent la même espèce d'électricité que celle qu'indiquoit alors une verge métallique élevée dans l'atmosphère : d'où l'auteur conclut que l'électricité n'est point produite par le frottement de la plaque tournante sur l'air tranquille ; mais qu'elle prend sa source

dans la vapeur électrisée suspendue dans l'atmosphère.

On peut, à l'aide de cet instrument, reconnoître l'état électrique particulier et absolu d'un volume d'air donné, comme par exemple, d'une certaine chambre, ou même de l'intérieur d'un coffre, et étudier ainsi une foule de phénomènes électriques, intimement liés avec divers procédés de la végétation, de l'animalité, et avec certaines décompositions naturelles; opérations dans lesquelles on soupçonnoit bien que le fluide électrique joue un rôle secret et difficile à surprendre. Suivons son auteur dans plusieurs expériences qu'il a consignées dans un ouvrage qui a pour titre : *Summary views of the spontaneous electricity of the earth and atmosphere, etc.*

« Quelques observations, dit-il, m'avoient fait soupçonner que l'air vicié, ne fût-ce que d'une petite quantité, par divers procédés, comme par la respiration, la putréfaction, etc., perdoit une partie de son électricité naturelle, et devenoit par là électrisé négativement : les faits suivans paroissent donner de la consistance à cette supposition. La chambre que j'habite ordinairement étant petite, en est plus exposée à souffrir des changemens dans son état électrique que ne le seroit une chambre plus grande. J'avois été souvent frappé de voir que le doubleur s'y chargeoit constamment d'électricité négative, tandis qu'à l'air libre, et souvent dans une chambre plus grande qui est contiguë à la mienne, l'instrument donnoit l'électricité positive; je ne vis rien qui pût occasionner cette différence, que l'effet de ma respiration, ou celui de ma transpiration naturelle. Je fis donc curieux d'essayer, le 9 juillet 1793, si je pourrois influer par les mêmes moyens sur l'état électrique de l'air de la grande chambre. Le temps étoit fort chaud et le ciel serein, le thermomètre à 75. J'invitai une seconde personne à s'asseoir avec moi dans cette chambre pendant vingt ou trente minutes, avec la porte et les fenêtres fermées. Je me plaçai à peu près au milieu, et mon compagnon vers un des côtés de la chambre. Au bout de vingt minutes, j'éprouvai une abondante transpiration, qui devoit, d'après mes idées, produire un effet électrique; je mis en action le *doubleur*, qui me donna effectivement de l'électricité négative.

» Soupçonnant que de semblables effets devoient avoir lieu dans ma chambre à coucher, qui est du côté septentrional de la maison, j'examinai l'état électrique de l'air, dedans et dehors de la chambre, un peu avant de me coucher, et je le trouvai positif; je me levai le lendemain à six heures, et fis travailler le *doubleur*, qui me donna immédiatement de l'électricité négative. Mais comme il arrive souvent qu'en faisant une découverte, on se met sur la voie d'en faire d'autres, je fus surpris de voir dans quel degré l'air de la chambre étoit privé de sa faculté d'isoler; car quoique le *doubleur* accumulât assez d'électricité à chaque tour, pour me mettre en état de déterminer son espèce, sa charge électrique étoit dissipée presqu'aussi promptement qu'elle étoit obtenue.

» Dans l'intention de déterminer ce qui avoit lieu à cet égard vers le haut de la maison, je montai au grenier, que je trouvai exactement fermé; l'air y étoit très-chaud et pénible à respi-

rer, le thermomètre à 80. Après un petit nombre de tours de la machine, j'obtins l'électricité négative. J'ouvris immédiatement après les portes et les fenêtres, ainsi qu'une seconde porte qui s'ouvre au-dessus d'une croisée en saillie, afin de faire entrer l'air frais; mais comme le vent soufflait d'un côté défavorable pour renouveler l'air de la chambre, son électricité, que j'examinai plusieurs fois, ne changea pas, mais l'air devint beaucoup meilleur à respirer. Ces faits paroîtront d'autant plus extraordinaires, si nous considérons que l'état général de l'électricité atmosphérique, à l'époque de ces expériences, étoit positif, ainsi que le *doubleur*, placé en dehors de la croisée, à trois pieds et demi en avant, me l'indiquoit constamment; si la direction du vent avoit été favorable pour qu'il parcourût le grenier, il auroit sans doute amené par gradations régulières, l'électricité négative à l'état positif, fait que j'ai fréquemment observé, et qui arrive par un changement souvent très-brusque.

» J'observai aussi que quand le soleil tomboit à plomb sur quelqu'autre chambre de ma maison, il produisoit un changement sur leur état électrique, excepté dans celles qui étoient sous terre; car dans les deux cuisines, leur vestibule et la charbonnière, le *doubleur* fut électrisé positivement; très-promptement dans les deux premières chambres, et lentement dans les deux dernières, qui étoient plus exposées au soleil.

» Le 30 juillet, j'eus la curiosité d'examiner avec mon instrument l'état électrique de l'air dans les salles de l'hôpital de Lock. Je le trouvai négatif partout, dans les petites salles des hommes. Dans la grande salle des femmes, la porte et toutes les fenêtres étoient ouvertes; le vent la balayoit complètement, on n'y apercevoit aucune odeur, et le *doubleur* me donna partout l'électricité positive, comme il l'auroit fait en plein air.

» J'observai, le 6 décembre, dans le jardin, un monceau de feuilles et de débris végétaux qui se pourrissoient; je fus tenté d'examiner avec mon instrument l'émanation volatile qui s'en échappoit; je le plaçai sur le monceau; il me montra une électricité négative foible, car il fallut plus de trente tours pour le charger passablement, tandis que dans un cabinet d'aisance, qui étoit voisin du monceau en question, le *doubleur* se chargea fortement, avec un nombre de tours moindre de moitié, et l'électricité fut toujours négative.

» Je n'entreprends point de considérer ici jusqu'où l'influence de l'électricité peut s'étendre dans les différentes espèces d'air vicié : il suffira de remarquer qu'il résulte évidemment des expériences précédentes, que l'air infecté par la respiration animale, ou par la putréfaction des végétaux, est toujours électrisé négativement, lorsqu'en même temps l'atmosphère environnante est électrisée positivement. »

DRAGON. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui se termine au-dessus de la grande Ourse, et s'étend, en faisant quelques courbures, au-dessous de la petite Ourse. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. Cette constellation demeure toujours sur notre horizon, et ne se couche jamais à notre égard.

DROITE (Ascension.) *Voyez* DEGRÉS D'ASCENSION DROITE.

DROITE (Sphère.) *Voyez* SPHÈRE DROITE.

DUCTILITÉ. Propriété qu'ont certains corps solides de s'aplatir par la pression ou par la percussion, et de prendre ainsi différentes formes, sans qu'il y ait solution de continuité entre les molécules. Il faut pour cela que l'adhérence continue d'avoir lieu entre les molécules intégrantes des corps qui jouissent de la ductilité, quoique ces molécules changent de place respectivement les unes à l'égard des autres; d'où il suit qu'un corps ne peut être ductile, à moins que ses molécules intégrantes ne soient disposées de manière, qu'à mesure que celles de ces molécules qui se touchent, sont forcées de se séparer, il s'en trouve d'autres assez voisines, pour qu'elles puissent se joindre avec ces dernières, à-peu-près dans la même proportion qu'elles se séparent des premières.

Les corps ductiles diffèrent entre eux par leur degré de ductilité.

Les corps éminemment ductiles le sont tant à chaud qu'à froid, et dans toutes circonstances. Tels sont les métaux, et particulièrement l'or et l'argent.

Certains corps, tels que la cire, le verre, etc., acquièrent de la ductilité, par la chaleur; et le degré de chaleur nécessaire à la ductilité de ces corps, varie suivant leur nature; en général, il faut qu'il soit tel que le corps soit dans un état moyen entre la solidité et la fusion, ou la fluidité parfaite. Comme la cire, par exemple, se fond à une chaleur très-douce, un très-léger degré de chaleur suffit pour lui donner toute la ductilité dont elle est susceptible. Le verre, au contraire, qui exige une chaleur violente pour être dans une fusion parfaite, a besoin d'être bien rouge, et presque fondu, pour acquérir son plus grand degré de ductilité.

Enfin, il y a des corps, tels que l'argile, et quelques autres substances terreuses, qui deviennent ductiles par l'interposition d'un liquide entre leurs molécules. Lorsque ces terres sont pénétrées de la quantité d'eau nécessaire pour les tenir dans l'état moyen entre la liquidité et la solidité, c'est-à-dire, en consistance de pâte un peu ferme, leur ductilité a atteint sa limite d'accroissement. L'eau fait à l'égard de ces substances terreuses, ce que fait le calorique à l'égard de la cire, du verre, etc.

DURETÉ. La dureté consiste dans l'union si étroite des molécules intégrantes des corps, qu'il faut de grands efforts pour vaincre la résistance qu'elles opposent à leur séparation.

La dureté dépend de la perfection et de l'étendue du contact des molécules intégrantes des corps, et conséquemment cette propriété tient essentiellement à la figure de ces mêmes molécules.

Aucun corps de la nature ne jouit d'une parfaite dureté : elle appartient exclusivement aux molécules élémentaires. (*Voyez* les mots DIVISIBILITÉ DE LA MATIÈRE, MOLÉCULES ÉLÉMENTAIRES, etc.)

DYNAMIQUE. C'est la partie de la mécanique qui mesure les forces et les vitesses des corps en mouvement. (*Voy.* MOUVEMENT, FORCE, VITESSE, CHOC, CHUTE, PENDULE, etc.)

E

EAU. L'eau est susceptible de prendre différens états d'aggrégation. Quel-

quefois elle se présente sous la forme d'un solide; et alors elle se nomme *glace*. (*Voyez* Glace et Congélation.) Le plus souvent elle paroît sous la forme d'un liquide; dans certaines circonstances elle prend la forme gazeuse, et alors elle reçoit le nom de *gaz aqueux* ou de *vapeur aqueuse*. (*Voyez* Vapeur aqueuse.) Il n'est question ici que d'examiner l'eau dans l'état de liquidité; et pour la bien connoître, ses propriétés physiques, ses propriétés chimiques et les recherches relatives à sa nature, fixeront successivement notre attention.

Art. Ier.

Des propriétés physiques de l'eau liquide.

L'eau est un fluide pesant, inodore, diaphane, insipide et incolore. Ses molécules ont une forme sphérique; ce qui fait qu'elles roulent avec la plus grande facilité les unes sur les autres, et qu'elles cèdent à la plus légère pression. Cette forme des molécules de l'eau ne leur est pas essentielle. Elle est due à la présence du calorique. Du moment que ce fluide les abandonne jusqu'à un certain point, les molécules perdent la forme sphérique et l'eau sa liquidité.

L'eau liquide n'est point sensiblement compressible, c'est-à-dire, qu'elle résiste avec opiniâtreté aux efforts que nous faisons pour effectuer sa compression. Il n'est donc pas étonnant qu'elle ne donne pas des signes très-sensibles d'élasticité, qui supposent toujours une compression effectuée. La compressibilité et l'élasticité de l'eau n'en sont pas moins réelles; 1° parce qu'elle propage le son, propriété qui caractérise les milieux élastiques; 2°. si, à l'exemple des académiciens de Florence, l'on soumet à l'action d'une presse des sphères métalliques pleines d'eau, l'expérience fait voir qu'elles ne suintent l'eau qu'après avoir été retirées de la presse. L'eau s'est donc resserrée dans un plus petit espace pendant la durée de la compression; et du moment qu'elle a cessé, l'élasticité du liquide tendant à le rétablir dans ses premières limites, lui a frayé une route à travers les pores du métal.

L'eau réfracte le fluide lumineux, et la réfraction qu'il éprouve, est supérieure à la densité du liquide. *Newton* avoit conclu de cette propriété, que l'eau contient quelque principe combustible; et ce n'est que dans ces derniers temps que l'analyse et la synthèse les plus sévères ont réuni leurs efforts pour confirmer la justesse de cette conclusion.

L'eau est un bon conducteur du fluide électrique; elle propage aussi avec facilité le calorique, mais les expériences de *Crawford* portent à croire, que l'eau doit cette dernière propriété à la forme de ses molécules qui les fait jouir d'une grande mobilité. (*Voy.* Conducteur du calorique.)

La pesanteur spécifique de l'eau est à celle de l'air dans le rapport de 850 à 1. Ce rapport n'est pas constant, parce que la densité de l'air éprouve des variations fréquentes, déterminées par un changement de pression ou de température.

Art. II.

Des propriétés chimiques de l'eau liquide.

L'eau liquide ramenée par un moyen quelconque à son état de pureté, et mise en contact avec de l'air atmos-

phérique, exerce sur ce fluide une action en vertu de laquelle elle l'absorbe, le dissout et lui donne ainsi sa forme et à-peu-près sa densité. Cependant la quantité d'air que l'eau contient, ne peut être mesurée par le nombre des bulles qui s'élèvent sur sa surface, lorsqu'on renferme un vase plein de ce liquide sous un récipient qu'on purge d'air.

Expérience. On met sous le récipient de la machine pneumatique un verre plein d'eau; on pompe l'air; des bulles sans nombre s'élèvent subitement sur la surface du liquide; on prend le verre plein d'eau purgée d'air, on le plonge entièrement dans une masse d'eau et on l'agite assez vivement, afin qu'il se remplisse d'eau nouvelle. On met ensuite le verre plein d'eau nouvelle sous le récipient; on pompe l'air, et on n'aperçoit à la surface du liquide qu'un très-petit nombre de bulles; d'où il suit que si, dans le premier cas, on a vu s'élever sur la surface de l'eau, un grand nombre de bulles: elles venoient moins de l'eau que des parois intérieures du verre dont elles mouilloient la surface.

L'eau exerce une action plus ou moins vive sur d'autres substances gazeuses: telles que l'acide carbonique, l'acide muriatique, l'ammoniaque, etc.; et c'est en vertu de cette action qu'elle a la propriété de les dissoudre et de les transformer en liquides.

L'eau a la propriété de mouiller la plupart des corps qu'on met en contact avec elle; ce qui annonce que ces corps ont pour l'eau plus d'attraction qu'elle n'en a pour elle-même.

L'eau liquide a plus de tendance à la combinaison que l'eau solide, parce que son aggrégation est moindre. Elle est très-abondamment répandue dans la nature. Partout elle laisse des traces profondes qui manifestent sa présence. Il n'est pas de substance naturelle ou artificielle qui n'en contienne plus ou moins; elle est le milieu nécessaire à toute cristallisation.

Jamais la nature ne nous offre l'eau dans son état de pureté. Ce liquide tient toujours en dissolution, différentes substances qui altèrent son homogénéité: 1°. un peu de sable, ce qui donne naissance aux cristallisations siliceuses dont la nature nous offre tant d'exemples; 2°. des substances calcaires en divers états, ce qui produit les stalactites qu'on trouve dans les grottes souterraines, comme aux grottes d'Arcy en Bourgogne, aux caves de l'Observatoire; 3°. du soufre; 4°. des métaux, etc.

Lorsque l'eau contient des sels terreux, elle se refuse à la cuisson des légumes et à la dissolution du savon. Le premier de ces phénomènes tient à ce que, par l'ébullition, il se forme autour des légumes une croute qui empêche l'eau de les pénétrer comme il le faudroit pour leur cuisson. Aussi les légumes verts ou humides, cuisent-ils dans ces sortes d'eau, parce qu'alors ils le font aux dépens de leur eau de végétation, ou aux dépens de celle dont ils étoient imbibés. Quant au savon, il se fait une double combinaison, d'où résultent un savon calcaire insoluble et un sel formé par l'acide que la chaux abandonne, et par la soude du savon employé.

Dans les usages domestiques, on juge de la bonté d'une eau, 1°. par sa saveur; 2°. par sa facilité à bouillir; 3°. à l'aide du savon qui indique s'il s'y trouve ou non des sels calcaires.

Ce ne sont là que des indices vagues

qui ne peuvent satisfaire complétement le physicien. S'il veut déterminer les substances contenues dans l'eau avec leurs proportions, il recueille les gaz à l'appareil au mercure, et les substances solides par évaporation à siccité. S'il ne veut que des indications, il emploie des réactifs : le nitrate d'argent lui démontre la présence de l'acide muriatique; le muriate de baryte, celle de l'acide sulfurique; l'acide oxalique, celle de la chaux; l'ammoniaque, celle de la magnésie; l'eau de chaux, celle de l'acide carbonique; le sulfate de fer, celle de l'air commun; l'acide nitreux concentré, celle du gaz hydrogène sulfuré, etc., etc. C'est par de semblables procédés qu'on a reconnu que l'eau de rivière est la plus pure et l'eau des puits la plus impure.

Art. III.

De la nature de l'eau.

On a regardé jusqu'ici l'eau comme une substance élémentaire; cette doctrine a été celle de tous les âges et de toutes les écoles. Le préjugé de la simplicité de l'eau est donc un préjugé difficile à combattre; et quoiqu'un grand nombre de faits nouvellement établis lui enlèvent cette antique prérogative, il n'est pas étonnant de voir encore quelques physiciens, esclaves de leurs opinions routinières, résister à l'ascendant de l'évidence. La question de la composition de l'eau n'est plus en effet une question problématique : il est rigoureusement démontré que l'eau est une substance composée, et c'est aux chimistes modernes que nous devons les expériences ingénieuses qui attestent cette composition.

Décomposition de l'eau.

Première expérience. Prenez un tube de verre EF (*fig.* 42, *pl.* 5) d'environ 22 millimètres (10 lignes) de diamètre, que vous ferez passer au travers d'un fourneau, en lui donnant une légère inclinaison de E en F; introduisez dans ce tube 1,5 gramme (28 grains) de charbon, qui préalablement a été exposé à une chaleur incandescente dans des vaisseaux fermés; adaptez ensuite à l'extrémité supérieure E de ce tube, une cornue de verre A qui contient une quantité bien connue d'eau distillée, et à son extrémité inférieure F, un serpentin SS qui s'ajuste en F au goulot d'un flacon H à deux tubulures; enfin, à l'une des deux tubulures du flacon adaptez un tube de verre recourbé KK, destiné à conduire les fluides aériformes dans un appareil propre à en déterminer la quantité et la qualité.

Tout étant ainsi disposé, on allume assez de feu dans le fourneau VVXX pour entretenir toujours bouillante l'eau de la cornue A; on allume en même temps du feu dans le fourneau EFCD, et on l'alimente de manière à faire rougir le tube de verre EF.

Le succès de cette expérience tient à plusieurs circonstances qu'il n'est pas aisé de réunir, et qui, par là même, en augmentent la difficulté. Le tube doit être de verre vert, bien cuit et d'une fusion difficile; il faut, en outre, qu'il soit enduit d'un lut d'argile, mêlé avec du ciment fait avec des poteries de grès réduites en poudre; et dans la crainte qu'il ne fléchisse par le ramollissement, on le soutient dans son milieu avec une barre de fer qui traverse le fourneau.

L'eau de la cornue A se vaporise par l'ébullition; elle remplit l'intérieur du tube EF et elle en chasse l'air

atmosphérique : la vapeur aqueuse se condense ensuite, par le refroissement, dans le serpentin SS, et il tombe de l'eau goutte à goutte dans le flacon tubulé H; mais en même temps il se dégage une quantité considérable de gaz qui s'échappe par le tuyau KK et qu'on recueille dans un appareil convenable. L'opération finie, on ne retrouve plus dans le tube EF que quelques atomes de cendre; les vingt-huit grains de charbon ont totalement disparu.

Les gaz qui se sont dégagés, examinés avec soin, se trouvent peser ensemble 6,03 grammes (113,7 grains): ils sont de deux espèces; savoir, 2856384 millimètres cubiques (144 pouces cubiques) d'un gaz acide pesant 5,31 grammes (100 grains), et 7537680 millimètres cubiques (380 pouces cubiques) d'un gaz inflammable appelé gaz hydrogène, pesant 0,73 grammes (13,7 grains). Si on vérifie ensuite le poids de l'eau passée dans le flacon, on la trouve diminuée de 4,55 grammes (85,7 grains).

Les premiers effets produits dans cette expérience n'offrent rien de remarquable : ce qu'il y a d'intéressant, c'est que 4,55 grammes (85,7 grains) d'eau et 28 grains de charbon ont totalement disparu, et qu'en outre il s'est formé 5,31 grammes (100 grains) d'un gaz acide, plus 0,73 grammes (13,7 grains) de gaz hydrogène : il est aisé d'expliquer ces différens phénomènes.

Nous verrons bientôt, en parlant du gaz acide qu'on obtient dans cette expérience, que, pour en former 5,31 grammes (100 grains), il faut unir 3,82 grammes (72 grains) d'oxigène à 1,49 grammes (28 grains) de charbon; d'où il résulte que les 28 grains de charbon placés dans le tube de verre ont enlevé à l'eau 3,82 grammes (72 grains) d'oxigène, et que par conséquent 4,55 grammes (85,7 grains) d'eau sont composés de 3,8 grammes (72 grains) d'oxigène et de 0,73 grammes (13,7 grains) de gaz hydrogène.

Quicouque résisteroit à cette conséquence, seroit obligé d'admettre que le gaz hydrogène obtenu dans cette expérience, a été dégagé du charbon; et comment concevoir ce dégagement, puisque le charbon a été long-temps exposé à une chaleur incandescente dans des vaisseaux fermés, et par conséquent dépouillé du gaz hydrogène qu'il pouvoit contenir?

Deuxième expérience. On dispose tout comme dans l'expérience précédente, avec cette différence seulement qu'au lieu des 1,5 grammes de charbon, on met dans le tube EF 14,55 grammes (274 grains) de petites lames de fer très-doux, roulées en spirales; on fait rougir le tube; on allume du feu sous la cornue A, et on entretient l'eau qu'elle contient toujours bouillante, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement évaporée, qu'elle ait passé en totalité dans le tube EF et qu'elle soit condensée dans le flacon H.

Il ne se dégage point de gaz acide dans cette expérience, mais seulement du gaz hydrogène. Le poids total qu'on en obtient est de 795 milligrammes (15 grains), et son volume est d'environ 8261776 millimètres cubiques (416 pouces cubes). Si on compare la quantité d'eau primitivement employée avec celle restante dans le flacon H, on trouve un déficit de 5,31 grammes (100 grains). D'un autre côté, les 14,55 grammes de fer

renfermés dans le tube EF, se trouvent peser 4,4 grammes (85 grains) de plus que lorsqu'on les y a introduits, et leur volume se trouve considérablement augmenté. Ce fer n'est presque plus attirable à l'aimant; il se dissout sans effervescence dans les acides; en un mot, il est dans l'état d'oxide noir, précisément comme celui qui a été brûlé dans le gaz oxigène.

Les circonstances principales qui accompagnent cette expérience, sont la disparition de 100 grains d'eau, l'oxidation du fer, l'augmentation du poids du fer de 85 grains et la production de 15 grains de gaz hydrogène. Tous ces phénomènes se réunissent pour démontrer la décomposition de l'eau; car le fer ne peut s'oxider que par l'absorption de l'oxigène; et puisque dans cette expérience le fer pèse 85 grains de plus qu'il ne pesoit avant l'oxidation, il faut conclure qu'il a absorbé 85 grains d'oxigène; de plus on obtient 15 grains de gaz hydrogène: il faut donc que les 100 grains d'eau qui ont disparu dans cette expérience aient été décomposés en 85 grains de gaz oxigène et 15 grains de gaz hydrogène.

1°. L'expérience que nous venons de décrire est aujourd'hui une expérience familière: un grand nombre de physiciens l'ont répétée avec succès. On substitue, il est vrai, un canon de fusil, enduit d'un lut propre à le garantir du contact de l'air, au tube de verre contenant de petites lames de fer roulées en spirales; mais le résultat de l'expérience se trouve parfaitement le même; l'augmentation en poids du canon de fusil et le poids du gaz hydrogène obtenu, forment précisément le poids de l'eau employée.

2°. La désunion des principes de l'eau n'a lieu dans les deux dernières expériences que parce que le tube de verre contient du charbon ou du fer, qui exercent sur l'oxigène une attraction supérieure. L'attraction du fer pour l'oxigène est telle, qu'il opère cette décomposition de l'eau même lorsqu'il n'est pas incandescent. Nous avons pour garant de cette vérité, la conversion du fer en oxide noir dans des flacons remplis d'eau distillée et la production du gaz hydrogène, qui manifeste sa présence lorsqu'on approche une bougie de l'orifice de ces vaisseaux. La décomposition de l'eau par le fer non incandescent, est encore plus rapide lorsque la présence du soufre augmente la somme des puissances qui concourent au même effet par sa tendance à s'unir à l'oxide de fer, et l'hydrogène se montre tenant du soufre divisé dans un état de suspension.

3°. Le fer et le charbon n'ont pas le privilège exclusif d'opérer la décomposition de l'eau; le soufre seul la décompose au degré de température qui le met en fusion. *Guyton* s'en est assuré en adaptant à une cornue tubulée un entonnoir à robinet, au moyen duquel il faisoit tomber l'eau goutte à goutte sur le soufre fondu; il y eut manifestement acidification du soufre, et cet effet ne pouvoit être attribué qu'à la décomposition de l'eau, puisque les vaisseaux avoient été remplis de gaz acide carbonique.

4°. L'étincelle électrique a aussi la propriété de décomposer l'eau en ses principes constituans, l'oxigène et l'hydrogène. Les expériences qui attestent cette vérité, et que nous devons à *Van-Troostwisk* et à *Deiman*, sont consignées dans le *Journal de Physique*, cahier de novembre 1789.

Qu'opposer à cette série de faits et de raisonnemens qui concourent à établir la décomposition de l'eau? Dira-t-on, pour les détruire, que lorsque l'eau en vapeur traverse le tube de verre contenant du fer et rougi au feu, elle ne se décompose pas; qu'elle se combine en nature avec le fer incandescent; que cette combinaison est la cause de l'oxidation et de l'augmentation du poids du fer qui cède le gaz hydrogène qui se dégage et qu'on recueille à l'extrémité du tube dans des cloches destinées à le recevoir?

Pour faire sentir toute la frivolité de cette explication, nous observerons, 1°. que le fer incandescent ne peut pas fournir le gaz hydrogène dont cette expérience nous offre le dégagement. Cette assertion est appuyée des expériences de *Lavoisier;* il en résulte que la quantité du gaz hydrogène qu'on retire du fer diminue à mesure qu'on lui enlève son humidité; et, si cela est vrai, n'est-il pas évident que le fer, dépouillé par l'incandescence de toute son humidité, ne peut presque pas fournir de ce fluide aériforme?

2°. Comment allier avec les faits l'explication qu'on donne des effets produits dans cette expérience, puisque, 1°. l'augmentation du poids du fer ajoutée au poids du gaz hydrogène obtenu répond exactement à la quantité d'eau qui a disparu? 2°. en combinant ce gaz hydrogène avec le gaz oxigène, on trouve qu'il absorbe, en brûlant, un poids de ce dernier égal à celui qu'a acquis le fer, et qu'il forme une quantité d'eau égale à celle qui a été employée pour l'oxidation du fer?

3°. L'augmentation du poids du fer ne peut venir, dans cette expérience, que d'un des principes de l'eau. On ne sauroit l'attribuer à l'air, qui n'est point accessible au fer renfermé dans le tube; elle ne peut venir de l'eau, pour les raisons que nous avons déjà développées. D'ailleurs, dire que c'est l'eau elle-même qui se fixe dans le métal, c'est admettre deux espèces de calcination sans fondement; car il n'y a aucune différence entre le fer oxidé dans cette expérience, et le fer brûlé dans le gaz oxigène.

Il est donc incontestable que le gaz hydrogène qui se dégage lorsqu'on expose le fer incandescent à la vapeur de l'eau vient de l'eau décomposée.

Je dis plus, le gaz hydrogène qui se dégage pendant les dissolutions métalliques dans les acides vient de l'eau, et non du métal; car, ou l'acide est en partie décomposé, et alors il n'y a pas de gaz hydrogène; c'est ce qui arrive lorsqu'on fait dissoudre un métal dans l'acide nitrique, dans l'acide sulfurique concentré; ou il n'y a aucune partie de l'acide décomposée, et pour lors il se dégage une quantité considérable d'hydrogène; c'est ce qui a lieu dans l'acide sulfurique étendu d'eau, dans l'acide muriatique, etc. Mais dans les deux cas le métal prend le même état d'oxide, acquiert les mêmes propriétés, la même augmentation de poids; d'où il résulte évidemment qu'il a trouvé dans l'un comme dans l'autre le même principe pour former le même composé. Or, comme dans le premier il a reçu une portion du gaz oxigène de l'acide, il faut bien, dans le second, que ce principe lui ait été fourni par une autre matière quelconque; et puis-

qu'il n'y a que l'eau en contact avec lui, il faut conclure que c'est elle qui cède cette portion : il n'est donc pas étonnant qu'il se dégage du gaz hydrogène, et qu'il n'y en ait que dans ce cas.

Opposera-t-on encore aux expériences que nous avons décrites en faveur de la décomposition de l'eau, que, d'après les tables des affinités que *Lavoisier* a construites, le charbon a plus d'attraction que le fer pour l'oxigène, et que, par conséquent, le charbon devroit décomposer l'eau à froid, s'il est vrai que le fer la décompose ?

Nous répondrons avec le célèbre chimiste dont on invoque le témoignage, que les anomalies des attractions dépendent absolument du degré de température. On ne sauroit douter que le charbon incandescent n'enlève l'oxigène à toutes les substances métalliques : c'est un fait qui ne peut souffrir aucune exception, et sur lequel est fondée toute la théorie de la réduction métallique ; mais cette action du charbon sur l'oxigène, cette propriété qu'il a de l'enlever aux substances métalliques n'est pas aussi forte à froid qu'à une chaleur rouge, puisqu'on ne connoît aucune réduction métallique qui s'opère à froid par le charbon.

Il en est de même à l'égard de l'eau ; le charbon qui la décompose facilement et instantanément à une chaleur rouge, n'a qu'une action lente et presque insensible sur elle à la température ordinaire de l'atmosphère. Je dis une action presque insensible, parce que cette action n'est pas absolument nulle. *Gingembre* a observé que si on met du charbon dans de l'eau, et si l'on entretient cette dernière à une température de 30 degrés, échelle de *Réaumur*, l'eau se décompose peu à peu, et il se forme du gaz hydrogène. Au reste les difficultés qui peuvent se rencontrer dans l'explication de quelques faits particuliers ne sauroient ébranler des vérités établies sur des expériences décisives. Il est de principe qu'une opinion ne peut être réfutée que par des preuves du même genre que celles dont on s'est servi pour la fonder. Les preuves que nous avons données de la composition de l'eau étant de l'ordre démonstratif, ce n'est pas par des argumens, qui équivalent à peine à de légères probabilités, qu'on doit tenter de les détruire.

Il ne suffit pas d'avoir décomposé l'eau en ses principes constituans, l'oxigène et l'hydrogène ; il faut, pour une pleine conviction, reformer la même quantité d'eau avec les élémens qui ont résulté de sa décomposition : la chimie moderne nous met à même de remplir ces conditions.

Récomposition de l'eau.

Troisième expérience. Sous une très-grande cloche de verre, pleine d'air atmosphérique et renversée sur le mercure, on introduit une lampe contenant une quantité d'alcool dont on a pris le poids exact ; on attache à la mèche un atome de phosphore, et on l'allume avec un fer recourbé, rougi au feu, qu'on passe par-dessous la cloche.

On voit bientôt le mercure s'élever dans la cloche, et annoncer, par son élévation, malgré la chaleur, une diminution rapide et considérable de l'air. Après la combustion il se dépose sur les parois et à la surface du mer-

cure, une grande quantité de gouttes d'eau. Cette eau recueillie avec soin, surpasse toujours, et le plus souvent de près d'un huitième, la quantité d'alcool consumée pendant l'opération.

Il est incontestable qu'une matière quelconque ne peut rien fournir dans une expérience au-delà de la totalité de son poids. Ce n'est donc que par l'addition d'une autre substance, qu'une quantité connue d'alcool peut produire, par sa combustion, une quantité d'eau dont le poids est plus grand que celui de l'alcool consumé. Cette autre substance est la base du gaz oxigène, puisque l'alcool ne peut brûler que dans le gaz oxigène ou dans l'air atmosphérique, en vertu du gaz oxigène qu'il contient; d'où il résulte que l'alcool renferme un des principes de l'eau, l'hydrogène; et c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'autre, l'oxigène. C'est par une semblable expérience que *Lavoisier* a trouvé que 489,50 grammes (16 onces) d'alcool donnoient, par la combustion 550,7 grammes (18 onces) d'eau.

Quatrième expérience. On prend un ballon A de cristal (*fig.* 43 *pl.* 6) dont l'ouverture soit assez large, et qui ait une capacité de 27,94 litres (30 pintes) environ; on y mastique une platine de cuivre BC, percée de quatre trous auxquels aboutissent quatre tuyaux; le premier H*h* est destiné à s'adapter, par son extrémité *h*, à une pompe pneumatique qui sert à faire le vide dans le ballon. Un second tuyau *gg* communique par son extrémité MM, avec un réservoir de gaz oxigène, et est destiné à l'amener dans le ballon. Un troisième *d*D*d'* communique, par son extrémité *d*NN avec un réservoir de gaz hydrogène; l'extrémité *d'* de ce tuyau se termine par une très-petite ouverture, à travers laquelle une très-fine aiguille peut à peine passer. C'est par cette petite ouverture que doit sortir le gaz hydrogène contenu dans le réservoir; et pour qu'il ait une vitesse suffisante, on doit lui faire éprouver une pression de 27 ou 54 millimètres (1 ou 2 pouces) d'eau; enfin la platine B C est percée d'un quatrième trou, qui est garni d'un tube de verre mastiqué, à travers lequel passe un fil de métal gL, à l'extrémité L duquel est adaptée une petite boule, afin de pouvoir tirer une étincelle électrique de L en *d'*, pour allumer le gaz hydrogène. Le fil de métal gL est mobile dans le tube de verre, afin de pouvoir éloigner la boule L de l'extrémité *d'* de l'ajutoir D*d'*. Les trois tuyaux *d*D*d'*, *gg*, H*h* sont chacun garnis de leur robinet.

Pour que le gaz hydrogène et le gaz oxigène arrivent bien secs par les tuyaux respectifs qui doivent les amener au ballon A, et qu'ils soient dépouillés d'eau autant qu'ils peuvent l'être, on les fait passer à travers des tubes MM, NN, de 27 millimètres (1 pouce) environ de diamètre, qu'on remplit d'un sel très-déliquescent, tel que le nitrate ou le muriate de chaux. Ces sels doivent être en poudre grossière, afin qu'ils ne puissent pas faire masse, et que le gaz passe facilement à travers les interstices que laissent les morceaux.

Il est nécessaire de faire d'avance une provision suffisante de gaz oxigène bien pur; et pour s'assurer qu'il ne contient pas d'acide carbonique, on doit le laisser long-temps en contact avec de la potasse dissoute dans de l'eau, et qu'on a dépouillée de son acide carbonique par de la chaux.

On se procure avec le même soin

le double de gaz hydrogène, exempt de tout mélange, par les procédés que nous indiquerons bientôt.

Ces deux gaz étant ainsi préparés, on adapte la pompe pneumatique au tuyau *Hh*, et on fait le vide dans le ballon A. On y introduit ensuite l'un ou l'autre des deux gaz, mais de préférence le gaz oxigène, par le tuyau *gg*; puis on oblige, par un certain degré de pression, le gaz hydrogène à entrer dans le même ballon par le tuyau *dDd'*, dont l'extrémité *d'* se termine en pointe; enfin on allume ce gaz à l'aide de l'étincelle électrique; en fournissant ainsi de chacun des deux airs, on parvient à continuer très-long-temps la combustion.

A mesure que la combustion s'opère, il se dépose de l'eau sur les parois intérieures du ballon; la quantité de cette eau augmente peu à peu; elle se réunit en grosses gouttes qui se rassemblent dans le fond du vase.

En pesant le matras avant et après l'opération, il est facile de connoître la quantité qui s'est ainsi rassemblée.

Cette expérience est due à *Lavoisier*: elle lui a servi de moyen pour reconnoître qu'il falloit 85 parties en poids d'oxigène, et 15 parties également en poids d'hydrogène, pour composer 100 parties d'eau.

L'expérience la plus authentique qui ait été faite sur la composition de l'eau, est celle qui a été commencée le mardi 23 mai, et terminée le samedi 7 juin 1788, au collège de France, par *Lefèvre de Gineau*.

Le poids du gaz oxigène consommé, réduit à la pression de 756 millimètres (28 pouces) de mercure, à la température de 10 degrés, thermomètre de *Réaumur*, étoit de 971,85 grammes (254 gros 10,5 grains), et son volume de 6959,46 décimètres cubiques (35u85 pouces cubes).

Le poids du gaz hydrogène étoit de 252,61 grammes (66 gros 4,3 grains), et son volume de 13870,4335 décimètres cubiques (74967,4 pouces cubes).

Le gaz acide et le gaz azote qui se trouvoient mêlés avec ces gaz, et qu'on a tirés du récipient en neuf reprises, pesoient 2,08 grammes (39,23 grains).

Le gaz oxigène contenoit un trente-huitième de son poids acide carbonique; ainsi le poids du gaz brûlé étoit de 1074,18 grammes (280 gros 63,8 grains); ce qui fait 1074,18 grammes (2 livres 3 onces 0 gros 63,8 grains).

Les vaisseaux furent ouverts en présence des commissaires de l'académie des sciences, et on trouva 1072,54 grammes (2 livres 3 onces 0 gros 33 grains) d'eau. Ce poids répond à celui des gaz employés, à 64 grammes (31 grains) près. Ce déficit peut provenir du calorique tenant les gaz en dissolution, qui se dissipe lorsqu'ils se fixent, et doit nécessairement occasionner une perte.

L'eau étoit acidule au goût, et a donné 1,46 grammes (27,5 grains) acide nitrique, qui est produit par la combinaison des gaz azote et oxigène.

Le gaz hydrogène ne brûle dans le gaz oxigène que parce qu'il a plus d'attraction pour la base du gaz oxigène, que cette base n'en a avec le calorique. Le gaz hydrogène s'empare donc de cette base; et tandis que le calorique s'échappe dans l'état de liberté, les bases de ces deux gaz se combinent pour produire une troisième substance, vrai résultat de leur combinaison. La nature de cette substance

n'est pas équivoque, puisqu'après la combustion du gaz hydrogène dans le gaz oxigène, on ne trouve que de l'eau, et que le poids de l'eau produite est précisément égal à la somme des poids du gaz oxigène et du gaz hydrogène employés.

Et qu'on ne dise pas que l'eau qu'on obtient dans cette expérience étoit dans les deux gaz qui ont servi à la combustion, et qui ont été forcés de l'abandonner par la perte du calorique qui leur donnoit la fluidité aériforme. En effet, dans cette expérience, 4,52 grammes (85 grains) de gaz oxigène et 0,79 grammes (15 grains) de gaz hydrogène donnent 5,31 grammes (100 grains) d'eau : or, 5,31 grammes (100 grains) d'air ne peuvent pas contenir 5,31 grammes (100 grains) d'eau; autrement, il faudroit dire que le gaz hydrogène est de l'eau, que le gaz oxigène est de l'eau, et que ces deux fluides aériformes sont une même chose. Et comment allier l'identité de ces substances gazeuses avec la diversité, quelquefois même l'opposition, des propriétés qui les distinguent?

On objectera peut-être que la combinaison de l'oxigène et de l'hydrogène ne produit pas toujours de l'eau; qu'on obtient dans quelques circonstances, de l'acide carbonique; dans d'autres, du gaz azote; enfin, qu'il en résulte quelquefois du gaz nitreux et de l'acide nitreux. La réponse à cette objection est fort simple. Toutes les fois qu'on emploie du gaz hydrogène pur, c'est-à-dire exempt de tout mélange de gaz azote et de charbon, et qu'on le combine à quelque degré de chaleur que ce soit, avec du gaz oxigène également pur, on forme constamment de l'eau, et le poids de cette eau est rigoureusement égal au poids des deux gaz. On obtient, il est vrai, dans quelques circonstances, du gaz acide carbonique; dans d'autres, du gaz nitreux, de l'acide nitreux. Partout où l'on obtient du gaz acide carbonique, la quantité de cet acide aériforme est peu considérable, et toujours relative à celle du carbone dissous dans le gaz hydrogène, et provenant du fer ou du zinc qui ont servi à extraire l'hydrogène de l'eau. Lorsqu'on obtient du gaz nitreux et de l'acide nitreux, le gaz oxigène employé n'est pas pur; il contient alors du gaz azote qui donne du gaz nitreux par sa combinaison avec le gaz oxigène : cela arrive toutes les fois que le gaz oxigène employé est extrait du précipité rouge; celui-ci est une calcination du mercure par l'acide nitrique : il n'est donc pas surprenant que le gaz oxigène qu'on en retire contienne les élémens de l'acide nitrique; et que de la combinaison de ce gaz avec le gaz hydrogène, il en résulte du gaz nitreux et de l'acide nitreux.

Parmi les autres objections qui ont été publiées sur la composition de l'eau, il en est une qui a fixé notre attention et à laquelle aucun physicien connu n'a encore tenté de répondre.

« Si la base de l'air vital est vraiment l'oxigène, le générateur des acides, dès lors il faut convenir qu'elle ne peut composer les quatre-vingt-cinq centièmes de l'eau, puisqu'elle n'est point acide. Si au contraire la base de l'air vital se trouve dans l'eau en aussi grande quantité, il faut convenir que cette base ne peut pas être de l'oxigène. »

Quelques physiciens proposent cette objection avec une confiance qui paroît inspirée par la certitude de son insolubilité; il est donc important de la résoudre et de garantir à la base du

gaz oxigène la double propriété d'être un des élémens de l'eau et le générateur des acides. De ce que la base de l'air vital est réellement l'oxigène, on peut et on doit conclure qu'on ne peut rendre une substance acide sans lui faire absorber de l'oxigène; mais il ne s'ensuit pas que toute substance qui possède de l'oxigène soit acide : le trop et le trop peu d'oxigène paroissent s'opposer également à l'acidité des substances. Un métal qui n'absorbe qu'une petite quantité d'oxigène, s'oxide; mais il n'acquiert pas l'acidité. Pareillement une substance qui absorbe une trop grande dose d'oxigène, ne devient point acide : je dis plus, si elle jouissoit de l'acidité avant cette absorption, l'excès d'oxigène la lui fait perdre ou du moins en diminue l'énergie. L'acide muriatique nous offre la preuve de cette assertion. Si on met cet acide en contact avec des corps qui puissent lui donner de l'oxigène, il s'en empare avec avidité, et cette absorption lui enlève l'acidité ou du moins la diminue en le faisant passer à l'état de gaz acide muriatique oxigéné. Il est vraisemblable que l'eau se trouve dans le cas de ce fluide aériforme. Le gaz hydrogène se trouve combiné dans l'eau avec une trop grande quantité d'oxigène pour que le résultat de cette combinaison jouisse de l'acidité. Il est probable que le gaz hydrogène combiné avec une dose d'oxigène moindre que celle qu'il faut pour constituer l'eau, donneroit un acide. Nous pouvons donc soutenir sans contradiction, 1°. que la base de l'air vital est véritablement l'oxigène, puisque nous ne pouvons rendre aucune substance acide que par l'absorption de cette base; 2°. que l'eau peut être composée de quatre-vingt-cinq centièmes d'oxigène et de quinze centièmes d'hydrogène, quoiqu'elle ne soit point acide; puisque, comme nous l'avons prouvé, le trop et le trop peu d'oxigène nuisent également à l'acidité des substances.

Il est donc incontestable, soit qu'on opère par voie de décomposition ou par voie de recomposition, que l'eau n'est pas une substance élémentaire; qu'elle est composée de deux principes, l'oxigène et la base du gaz hydrogène, dans le rapport de 85 à 15. Outre les preuves directes qui nous ont servi à démontrer cette importante vérité, il en est d'autres qui, quoiqu'indirectes, n'en sont pas moins persuasives; elles sont puisées dans un grand nombre de phénomènes que la nature nous présente. L'oxidation des métaux dans l'intérieur du globe à l'abri des influences de l'air atmosphérique; l'efflorescence des pyrites; la formation des ocres; le dégagement subit du gaz hydrogène lorsqu'on plonge un fer incandescent dans l'eau; l'activité du feu qui augmente considérablement par le souffle de l'éolipyle, ou même lorsque l'on jette quelques gouttes d'eau sur des charbons embrasés : tous ces phénomènes étoient, il n'y a pas long-temps, des énigmes inexplicables, dont la théorie de la composition de l'eau nous a enfin donné la solution. Nous verrons ailleurs que des phénomènes encore plus remarquables, tels que les phénomènes de la respiration, de la chaleur animale, de la végétation, etc., viennent se plier comme d'eux-mêmes à cette belle théorie.

EAU DE CHAUX. Ce n'est autre chose que de l'eau ordinaire dans laquelle on a fait éteindre de la chaux

vive. (*Voyez* le mot CHAUX, article TERRES).

L'eau dans laquelle on éteint la chaux, ou même avec laquelle on lave de la chaux déjà éteinte, mais non entièrement épuisée, dissout la partie de la chaux la plus atténnée et la plus dépouillée d'acide carbonique. Cette substance, qui participe des propriétés des terres et de celles des alcalis, communique à l'eau une saveur alcaline et même accompagnée d'âcreté.

L'eau de chaux n'est chargée d'aucun principe volatil; cependant si l'on veut lui conserver long-temps sa vertu, il faut la garder dans des bouteilles pleines et bien bouchées : sans cette précaution, la chaux reprend peu à peu dans l'air environnant la portion d'acide carbonique qui lui est nécessaire pour perdre ses qualités de chaux vive et passer à l'état de carbonate de chaux. C'est ainsi que l'eau de chaux exposée à l'air pendant un certain temps perd beaucoup de sa force, devient presque insipide et se couvre d'une pellicule qui n'est autre chose que du carbonate de chaux.

EAU DISTILLÉE. Nous avons vu (*Voyez* le mot EAU) que la plupart des eaux que nous offre la nature sont chargées de principes hétérogènes qui altèrent leur pureté; et comme on a besoin d'eau très-pure pour toutes les expériences exactes de physique et de chimie, on est obligé de purifier l'eau qu'on y destine, ce qui se fait par le moyen de la distillation.

Pour préparer l'eau distillée, on met, 1°. de l'eau naturelle, la plus pure qu'on puisse avoir, dans un alambic de cuivre parfaitement étamé, et on procède à la distillation, à un degré de feu modéré.

2°. On jette les premières portions d'eau qui passent dans la distillation, soit parce qu'elles lavent d'abord l'alambic et le récipient, soit parce que si l'eau qu'on soumet à la distillation contient quelques principes hétérogènes volatils, ils passent avec ces premières portions d'eau dans la distillation.

3°. On fait cesser la distillation quand on a fait passer à peu près les deux tiers de l'eau, parce que ce qui reste alors dans l'alambic est chargé d'une plus grande proportion de substances étraugères que l'eau pourroit enlever avec elle daus la distillation.

4°. L'eau distillée doit être mise dans des bouteilles parfaitement nettes, bien rincées avec la même eau et bouchées avec des bouchons de cristal.

5°. On reconnoît que l'eau qu'on a distillée a le degré de pureté convenable, à ce qu'elle ne cause aucun changement aux couleurs de teintures de violettes et de tournesol, et à ce qu'elle conserve sa limpidité lorsqu'on y verse de la dissolution de nitrate d'argent.

EAU FORTE. (*Voyez* ACIDE NITRIQUE).

ÉBULLITION. État d'une liqueur exposée à l'action du calorique et dont quelques portions sont soulevées sous forme de bouillons en vertu de cette action.

Quelques physiciens ont pensé que l'ébullition avoit pour cause le dégagement de l'air contenu dans le liquide, déterminé par la présence du calorique; mais personne n'ignore qu'on peut faire bouillir telle masse d'eau qu'on voudra jusqu'à ce qu'elle soit totalement vaporisée; on sait d'ailleurs que l'eau ne contient d'air qu'une quan-

tité égale à la trentième ou quarantième partie de son volume, et que de l'eau purgée d'air bout avec la même facilité que de l'eau non purgée, par la même action du calorique. Il est donc évident que l'ébullition ne peut être attribuée au dégagement de l'air.

La cause de ce phénomène me paroît consister dans le passage de l'eau de l'état liquide à celui de vapeur; car si l'on soumet à l'action du calorique un vase rempli d'eau, toutes les molécules ne s'échauffent pas avec la même promptitude; et celles qui prennent les premières l'état élastique, ne pouvant se dissoudre dans l'eau liquide, sont forcées par leur légèreté spécifique, de concert avec l'action du calorique, de s'élever au-dessus du liquide; elles crèvent sur sa surface et se répandent dans l'air environnant, qui a la faculté de les dissoudre.

L'ébullition est d'autant plus prompte, que la pression de l'atmosphère est moindre et réciproquement; car la colonne d'air qui repose sur l'eau, exerce sur elle une pression qui s'oppose à sa raréfaction sollicitée par l'action du calorique; de sorte que les molécules de l'eau ne s'écartent pour passer à l'état élastique, qu'en vertu de la différence de ces forces, différence qui est d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que la pression de l'atmosphère est moindre.

ÉCHAPPEMENT. On a donné ce nom à la mécanique par laquelle, dans une horloge, le régulateur reçoit le mouvement de la dernière roue, et réagit ensuite sur elle, afin de modérer et de régler le mouvement de l'horloge.

ÉCHO. Lorsque le son rencontre sur sa route un corps qui lui fait obstacle, les molécules d'air qui choquent ce corps sont réfléchies à la manière des corps élastiques, et communiquent ensuite à celles qui les suivent le mouvement que la réflexion leur a donné. Le son doit donc se répandre de nouveau suivant toutes sortes de directions, en retournant de l'obstacle vers l'espace qu'il avoit d'abord traversé; de manière que si l'on se trouve en plein air à une certaine distance de l'obstacle, il s'écoulera un temps sensible entre le son direct et le son réfléchi. C'est ce son réfléchi qu'on appelle *écho*.

Lorsque le son direct et le son réfléchi se succèdent avec une très-grande célérité, ils se confondent en quelque sorte et on ne peut distinguer l'écho: de là vient que les grandes chambres et les caves voûtées résonnent si fort, lorsqu'on parle, sans former d'écho; c'est sans doute la trop grande proximité des murailles qui empêche de distinguer les sons réfléchis.

Tout ce qui peut réfléchir les rayons sonores peut être la cause d'un écho: de là vient que les murailles, les vieux remparts de ville, les bois épais, les montagnes, les rochers, les nuées, les champs où croissent des plantes qui s'élèvent à une grande hauteur, les cavernes, etc. etc., donnent naissance à des échos.

L'écho est simple ou redoublé, suivant que l'obstacle qui réfléchit le son est unique, ou qu'il se trouve plusieurs obstacles situés à des distances convenables. Deux murs parallèles qui se renvoient mutuellement le son, peuvent faire naître un écho redoublé pour un observateur situé dans l'espace intermédiaire.

C'est une des propriétés de l'ellipse de réfléchir à un de ses foyers les

rayons qui, partant de l'autre foyer, vont aboutir à différens points de la courbe : d'où il résulte que deux hommes, situés aux deux foyers d'une salle de figure elliptique, peuvent s'entretenir confidentiellement à voix basse, et paroître muets aux personnes qui occupent les autres points de la salle.

Un des plus beaux échos dont on ait fait mention jusqu'ici, est celui dont parle *Barthius* dans ses notes sur la *Thébaïde*, de *Stace*, *liv.* 6, *v.* 30. Cet écho répétoit jusqu'à dix-sept fois les paroles que l'on prononçoit : il étoit sur le bord du Rhin, au voisinage de Coblentz : *Barthius* assure qu'il en a fait l'épreuve, et compté exactement dix-sept répétitions; et tandis que les échos ordinaires ne répètent la voix que quelque temps après qu'on a entendu celui qui chante ou qui parle, dans celui-là on n'entendoit presque point celui qui chantoit, mais la répétition qui se faisoit de sa voix, et toujours avec des variations surprenantes : l'écho sembloit tantôt s'approcher, et tantôt s'éloigner : quelquefois on entendoit la voix très-distinctement, d'autres fois elle ne se faisoit presque pas entendre : les uns n'entendoient qu'une seule voix, les autres en entendoient plusieurs. L'un entendoit l'écho à droite, et l'autre à gauche.

Il est fait mention dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1792, d'un écho qui est à Genetay, au voisinage de Rouen. Cet écho a cela de particulier, que la personne qui chante n'entend point la répétition de l'écho, mais seulement sa voix; tandis que ceux qui écoutent n'entendent que la répétition de l'écho, mais avec des variations bien propres à exciter de la surprise; car l'écho semble tantôt s'approcher et tantôt s'éloigner : l'un n'entend qu'une seule voix, et l'autre plusieurs : celui-ci entend l'écho à droite, et celui-là à gauche. Enfin, suivant la différente situation des personnes qui écoutent et de celle qui chante, l'écho se fait entendre d'une manière différente.

Il existe, à Verdun, un écho formé par deux grosses tours détachées d'un corps de logis, et distantes l'une de l'autre de 26 toises (environ 50 mètres). L'une a un appartement bas, de pierre de taille, voûté; l'autre n'a que son vestibule qui le soit. On peut regarder ces deux tours comme deux miroirs situés vis-à-vis l'un de l'autre, qui se renvoyant mutuellement les rayons d'un même objet, en multiplient l'image, quoiqu'en l'affoiblissant toujours, et la font paroître plus éloignée; ainsi, lorsqu'on est sur la ligne qui joint les deux tours, et qu'on prononce un mot d'une voix assez élevée, on l'entend répéter douze ou treize fois, par intervalles égaux, et toujours plus foiblement : si l'on quitte cette ligne jusqu'à une certaine distance, on n'entend plus d'écho, par la même raison qu'on ne verroit plus d'image, si on s'éloignoit trop de l'espace qui est entre les deux miroirs; si l'on est sur la ligne qui joint une des tours au corps-de-logis, on n'entend plus qu'une répétition, parce que les deux échos ne jouent plus ensemble à l'égard de celui qui parle. (*Voy.* à ce sujet l'*Histoire de l'Académie des Sciences*, année 1710).

ÉCLAIR. Éclat de lumière vive qui paroît subitement, qui disparoît avec la même promptitude, et qui précède ordinairement le bruit formidable du tonnerre.

On peut, par l'intervalle du temps qui s'écoule entre l'éclair et le bruit du tonnerre, juger à-peu-près de la distance où la foudre a éclaté. Pour cela, on examine sur une pendule à secondes l'intervalle qui se trouve entre l'éclair et le bruit; et pour déterminer la distance où la foudre a éclaté, on prend autant de fois 173 toises (0,0346 myriam.), qu'il y a de secondes écoulées entre le bruit et l'éclair. Ce moyen est fondé sur ce que la propagation du fluide lumineux est presque instantanée, tandis que le son ne parcourt que 173 toises (0,0346 myriam.) dans une seconde. Au reste, il est visible que ce moyen n'est pas exact; car outre qu'une petite erreur dans l'observation du temps en produit une de plusieurs toises, ce moyen suppose que le bruit du tonnerre se propage toujours directement, et jamais par réflexion; ce qui est faux. (*Voy.* Tonnerre).

ÉCLIPSE. Privation de la présence du fluide lumineux dans quelque corps céleste, ce qui arrive par l'interposition d'un corps opaque.

On connoît trois principales sortes d'éclipse; les éclipses de soleil, les éclipses de lune, et les éclipses des satellites. Nous en parlerons séparément.

Dans chaque éclipse, il y a principalement trois choses à observer; savoir: le commencement, le milieu et la fin. On prend toutes les précautions nécessaires pour avoir l'heure exacte de chacune de ces trois phases.

On observe aussi avec exactitude la grandeur de l'éclipse, c'est-à-dire, la portion de l'astre éclipsé qui est couverte par l'ombre. Pour mesurer cette grandeur, on suppose qu'on a divisé en douze parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'astre éclipsé, ou plutôt celui de ses diamètres, qui coupe l'ombre, ou qui étant prolongé, la couperoit par son centre au moment même du milieu de l'éclipse. On compte ensuite combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, et on dit telle éclipse a été de 3, de 5, de 10 doigts, etc. Dans les éclipses de lune, on dit souvent que la grandeur de l'éclipse est de plus de 12 doigts, quoique le diamètre de la lune n'en contienne que ce nombre: cela arrive lorsque le corps de la lune est plongé dans l'ombre plus qu'il ne seroit nécessaire pour qu'elle fût entièrement éclipsée. La raison de cela est, qu'on y comprend la partie de l'ombre qui surpasse le bord de la lune. On comprend donc sous le nom de partie éclipsée toute la quantité qui le seroit en effet, si la lune avoit un assez grand diamètre pour s'étendre jusqu'au bord de l'ombre.

ÉCLIPSE DE LUNE. La lune ne peut s'éclipser que par l'interposition d'un corps opaque qui lui dérobe en tout ou en partie le fluide lumineux que lui envoie le soleil. Ce corps opaque est évidemment la terre, puisque les éclipses de lune n'arrivent jamais que dans l'opposition, c'est-à-dire, lorsque la terre se trouve située entre le soleil et la lune. La terre projette, dans un sens opposé au soleil, un cône d'ombre dont l'axe se trouve sur la droite qui joint les centres de la terre et du soleil, et qui se termine au point où les diamètres apparens de ces deux corps sont les mêmes. Ces diamètres, vus du centre de la lune en opposition, et dans sa distance moyenne, sont à-peu-près de 5920 secondes pour le soleil, et de 21352 secondes

pour la terre : d'où il résulte que la longueur du cône d'ombre terrestre est au moins trois fois plus grande que la distance de la lune à la terre, et que sa largeur aux points où il est traversé par la lune, est plus que double du diamètre lunaire. Il est donc clair qu'il y auroit éclipse de lune toutes les fois qu'elle est en opposition avec le soleil, si elle se mouvoit dans le plan de l'écliptique; mais en vertu de sa latitude, qui peut varier depuis o jusqu'à 5 degrés, il arrive que la lune, dans ses oppositions, est souvent abaissée au-dessous, ou élevée au-dessus du cône de l'ombre terrestre. Lorsque la latitude de la lune est nulle ou très-petite, c'est-à-dire, lorsque l'opposition de la lune avec le soleil se fait dans un nœud ou près d'un nœud, la lune est éclipsée; elle paroît alors dans l'écliptique, et c'est delà que cette ligne a tiré son nom.

Pour rendre plus sensible ce qui regarde les éclipses de lune, soit OO l'orbite de cet astre (*fig. 44, pl. 6*), le plan de l'écliptique RR; le centre du cône de l'ombre terrestre est toujours dans ce plan. Le point d'intersection du plan de l'écliptique avec celui de l'orbe lunaire est N : si l'ombre terrestre est en A, la lune qui, dans son opposition avec le soleil, passe par le point F de son orbite, n'est pas éclipsée; si la lune, dans son opposition, se trouve en C, son disque pénètre en partie l'ombre terrestre qui est en B; l'éclipse est *partielle*. Si, supposant l'ombre terrestre en D, la lune dans son opposition se trouve en I, son disque s'enfonce entièrement dans l'ombre terrestre, et l'éclipse de lune est *totale*. Enfin l'éclipse est *centrale* lorsque le centre de la lune passe par le centre de l'ombre terrestre; ce qui n'a lieu que lorsque la lune, dans son opposition avec le soleil, se trouve dans un nœud N.

La durée moyenne d'une révolution du soleil, par rapport au nœud de l'orbe lunaire, est à-peu-près de 346 jours et demi : elle est à la durée d'une révolution synodique de la lune, à fort peu près dans le rapport de 223 à 19 : d'où il résulte qu'après une période de 223 mois lunaires, le soleil et la lune se retrouvent à la même position, relativement au nœud de l'orbite lunaire; les éclipses doivent donc revenir à des époques fixes, dont la prédiction est facile : les inégalités du mouvement du soleil et de la lune y causent néanmoins des différences sensibles qui augmentent encore, parce que le retour de ces deux astres à la même position, par rapport au nœud, n'est pas parfaitement rigoureux.

La lune ne cesse pas d'être visible pendant la durée de l'éclipse. Ce phénomène a pour cause la réfraction, c'est-à-dire, la déviation que souffrent les rayons solaires pénétrant obliquement l'atmosphère de la terre. En approchant de sa surface, les rayons passent d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense; ils sont donc infléchis à chaque instant, et forcés à décrire une courbe dont la concavité est tournée vers la terre. L'ombre terrestre n'est donc pas une ombre parfaite, et conséquemment la lune ne doit pas cesser d'être visible pendant la durée de l'éclipse. La clarté qu'elle répand devient plus considérable dans les éclipses apogées, que dans les éclipses périgées; parce que les vapeurs et les nuages peuvent l'affoiblir au point de rendre la lune tout à fait invisible pendant la durée de l'éclipse. L'histoire de

l'astronomie offre quelques exemples qui confirment cette assertion.

ÉCLIPSE DU SOLEIL. Lorsque dans la conjonction du soleil et de la lune, cet astre placé entre le soleil et la terre nous dérobe en tout ou en partie les rayons solaires, nous disons qu'il y a éclipse du soleil. La lune est incomparablement plus petite que le soleil; Il y a néanmoins une très-petite différence entre les diamètres apparens de ces deux astres, parce que la distance du soleil au centre de la terre est incomparablement plus grande que la distance de la lune à ce meme centre; et comme les distances varient, le rapport des diamètres apparens de la lune et du soleil change, de manière que les diamètres sont quelquefois égaux, et qu'ils se surpassent quelquefois alternativement l'un l'autre. Si la conjonction du soleil et de la lune se fait dans un nœud, et que le diamètre apparent de la lune l'emporte sur celui du soleil, l'éclipse solaire sera totale. Si le diamètre apparent de la lune est plus petit, le spectateur terrestre verra un anneau lumineux formé par la partie du soleil qui déborde le disque de la lune, et l'éclipse sera annulaire; mais si la conjonction de la lune avec le soleil ne se fait pas dans le nœud ou très-près du nœud, la lune pourra ne dérober au spectateur terrestre, qu'une partie de la circonférence du disque solaire, et l'éclipse sera partielle. Ainsi les éclipses du soleil doivent présenter au spectateur terrestre de fréquentes variétés, qui dépendent des distances du soleil et de la lune au centre de la terre, et de la plus ou moins grande proximité de la lune à ses nœuds, dans le temps de ses conjonctions.

Les éclipses solaires ne sont pas visibles dans tous les points de la surface de la terre où on peut voir le soleil; elles sont même différentes dans les lieux où elles sont visibles. Il n'en est pas ainsi des éclipses de lune; elles sont les mêmes partout où la lune est visible dans le temps où elles arrivent. Cette différence entre les éclipses solaires et les éclipses lunaires, dépend sans doute de ce que, dans les éclipses de lune, les rayons solaires ne pouvant atteindre cet astre, il conserve son obscurité naturelle, qui doit être sensible partout et de la même manière sur la surface de la terre; tandis que dans les éclipses du soleil, la clarté que répand cet astre ne souffre aucune altération: elle est seulement interceptée par la lune; et comme la lune n'intercepte pas les rayons solaires à tous les habitans de la terre, il s'ensuit que les éclipses solaires ne doivent pas être visibles dans tous les points de sa surface.

C'est un spectacle imposant que celui d'une éclipse totale du soleil. Cet astre disparoît subitement avec la clarté qui l'accompagne. A la beauté du jour succède une parfaite obscurité; la nature paroît plongée dans les ténèbres d'une nuit profonde. Les étoiles jouissent seules du privilège de se montrer dans tout leur éclat; et les habitans des airs, saisis d'effroi, s'empressent de chercher un asile sur la terre.

ÉCLIPSE DES SATELLITES DE JUPITER. On voit souvent disparoître les satellites de Jupiter, quoique loin encore du disque de la planète; le troisième et le quatrième reparoissent quelquefois du même côté de ce disque. L'ombre projetée par Jupiter dans un sens opposé au soleil, peut seule expliquer ces disparitions, accompagnées d'ailleurs de circonstances qui

ne laissent aucun doute sur la cause qui les fait naître. Les satellites disparoissent toujours du côté du disque de Jupiter, opposé au soleil, et conséquemment du même côté que le cône d'ombre qu'il projette; ils s'éclipsent plus près de ce disque, quand la planète est plus voisine de son opposition. Enfin la durée de leurs éclipses répond exactement au temps qu'ils doivent employer à traverser le cône d'ombre de Jupiter. Ainsi les satellites se meuvent d'occident en orient dans des courbes rentrantes autour de cette planète.

L'observation des éclipses des satellites de Jupiter, est le moyen le plus exact pour déterminer leurs mouvemens. On obtient avec précision leurs moyens mouvemens sydéral et synodique, vus du centre de Jupiter, en comparant les éclipses éloignées d'un grand intervalle, et observées près des oppositions de la planète. On trouve ainsi que le mouvement des satellites de Jupiter est presque circulaire et uniforme, puisque cette hypothèse satisfait d'une manière approchée, aux éclipses dans lesquelles nous voyons cette planète à la même position par rapport au soleil; on peut donc déterminer à tous les instans la position des satellites vus du centre de Jupiter.

L'observation des éclipses des satellites de Jupiter, fournit encore une méthode simple et exacte, pour comparer entr'elles, les distances de Jupiter et du soleil à la terre. Supposons que l'on ait observé la durée entière d'une éclipse du troisième satellite. Au milieu de l'éclipse, le satellite vu du centre de Jupiter, étoit à très-peu près en opposition avec le soleil; sa position sydérale, observée de ce centre, et qu'il est aisé de conclure de son moyen mouvement, étoit donc alors la même que celle du centre de Jupiter vu de celui du soleil. L'observation directe ou le mouvement connu du soleil, donne la position de la terre vue du centre de cet astre; ainsi si nous concevons un triangle formé par les droites qui joignent les centres du soleil, de la terre et de Jupiter, nous aurons l'angle au soleil, dans ce triangle; l'observation donnera l'angle à la terre; on aura donc à l'instant du milieu de l'éclipse, les distances rectilignes de Jupiter, à la terre et au soleil, en parties de la distance du soleil à la terre. On trouve ainsi que Jupiter est au moins cinq fois plus loin de nous que le soleil, quand son diamètre apparent est de 120″. Le diamètre de la terre ne paroîtroit pas sous un angle de 11″ à la même distance : d'où il résulte que le volume de Jupiter est au moins mille fois plus grand que celui de la terre.

ÉCLIPTIQUE. Grand cercle de la sphère céleste, qui coupe l'équateur en deux points diamètralement opposés, et fait avec lui un angle d'environ 23 degrés et demi. C'est ce cercle que le soleil paroît décrire par son mouvement annuel, et que la terre décrit réellement d'occident en orient dans l'intervalle d'une année.

L'écliptique est divisée en douze parties égales qu'on appelle signes. Ils se nomment : le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, le Cancer, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau, les Poissons.

On a pris le premier point du Bélier pour le commencement de l'écliptique. Ce point n'est pas constant dans la sphère céleste; de là vient que les

orbites des planètes, qui changent si peu, qu'on pourroit les regarder comme immobiles, ne gardent pas la même situation par rapport à ce point.

L'écliptique touche les tropiques dans deux points diamètralement opposés, et qui sont chacun distans, de part et d'autre de 90 degrés ou de 100 degrés, division décimale, des deux points où il coupe l'équateur. Il coupe aussi le colure des équinoxes dans ces deux derniers points; et celui des solstices dans les deux points où il touche les tropiques.

C'est sur l'écliptique que se comptent les longitudes des astres, (*voyez* LONGITUDE DES ASTRES.) et c'est de ce cercle que l'on commence à compter leur latitude. (*Voyez* LATITUDE DES ASTRES.)

J'ai dit que l'écliptique étoit incliné à l'équateur et faisoit avec lui un angle d'environ 23 degrés et demi: c'est cette inclinaison ou cet angle que l'on appelle obliquité de l'écliptique. (*Voyez* OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE.)

ÉCLIPTIQUE. (Obliquité de l'.) *Voyez* OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE.

ÉCLIPTIQUE. (Poles de l'.) *Voy.* POLES DE L'ÉCLIPTIQUE.

ÉCNEPHIS. On a donné ce nom à une espèce d'ouragan. (*Voy.* OURAGAN.)

ÉCOULEMENT DES FLUIDES. Lorsqu'on fait un orifice au fond ou aux parois d'un vase qui renferme un fluide, il s'échappe subitement, et son écoulement est soumis à des lois qu'il importe de déterminer. Cette détermination a long-temps exercé la sagacité des plus habiles géomètres; mais les résultats de leurs laborieuses recherches n'ont pu encore servir utilement pour les besoins de la pratique, soit parce que les élégantes formules qui les représentent sont très-compliquées, par la nature même du sujet, soit parce qu'elles sont presque toutes fondées sur des principes qui n'ont qu'une existence hypothétique.

Ici, comme partout ailleurs, le physicien doit marcher à l'aide de l'expérience et de la théorie. Celle-ci éclaire l'expérience qui, à son tour, anime la théorie, en la faisant sortir de la classe de ces êtres que l'imagination enfante, et que la nature désavoue.

Première expérience. On remplit d'eau le vase ABCD (*fig.* 45, *pl.* 6), dont le fond BD ayant une situation horizontale, est percé d'un orifice G. L'expérience fait voir 1°. que toutes les molécules, en se pressant mutuellement, ont une tendance vers l'orifice; 2°. qu'elles descendent avec des vitesses sensiblement verticales et égales, jusqu'à ce qu'elles soient arrivées à une certaine distance du fond; 3°. que malgré la tendance des molécules vers l'orifice, la surface du liquide demeure toujours horizontale, du moins jusqu'à une petite distance de l'orifice, comme nous le verrons dans la suite; 4°. qu'il en est de même lorsque le fluide sort par une ouverture latérale D. Toutes les molécules descendent d'abord verticalement, puis se dirigent vers l'orifice, et la surface supérieure du fluide demeure toujours horizontale.

Cela posé, imaginons le liquide du vase ABCD, qui s'écoule par l'orifice G, partagé en une infinité de tranches égales AC*ca*, RS*sr*, etc., par des surfaces planes ou courbes, infiniment voisines et perpendiculaires aux directions des particules du liquide.

Soit *pqgf*, le petit prisme d'eau qui sort pendant l'intant que la surface AC s'abaisse en *ac*, la surface RS en *rs*; ce prisme est évidemment égal à chacune des tranches AC*ca*, RS*sr*, etc. puisque, à mesure qu'il sort du vase, il est nécessairement remplacé par un prisme égal, sans quoi il se formeroit des vides entre les molécules fluides; et il est visible que leur extrême mobilité se refuse à l'existence de ces vides : donc la surface de la base de l'une quelconque de ces tranches est à la surface de la base du petit prisme, c'est-à-dire, à la surface de l'orifice, comme la hauteur du petit prisme est à la hauteur de l'une quelconque de ces tranches : mais ces hauteurs représentent des espaces parcourus dans le même temps, donc elles expriment les vitesses moyennes : donc la vitesse moyenne d'une tranche quelconque, prise dans l'intérieur du liquide, est à la vitesse moyenne du liquide à la sortie de l'orifice, comme la surface de l'orifice est à la surface de l'une des bases de la tranche proposée.

Il suit de là que si l'orifice est infiniment petit par rapport aux bases de chacune des tranches égales dont se compose le liquide contenu dans le vase, la vitesse moyenne des différentes tranches intérieures sera infiniment petite, par rapport à la vitesse moyenne du liquide, à la sortie de l'orifice.

La vitesse d'un liquide, à sa sortie d'un vase quelconque ABCD (*fig.* 46, *pl.* 6,), par un orifice infiniment petit *pq*, est égale à la racine carrée de la hauteur verticale du liquide au-dessus de l'orifice.

Un corps qui, abandonné à sa pesanteur, descendroit verticalement du plan du niveau du liquide jusqu'à l'orifice, auroit acquis à la fin de sa chute, une vitesse égale à la racine carrée de l'espace parcouru, c'est à-dire, de la hauteur verticale du liquide au-dessus de l'orifice (*Voy.* Chute). Il suffit donc de démontrer que la vitesse d'un liquide qui s'écoule par un orifice infiniment petit, est égale à celle qu'acquerroit un corps tombant librement du plan du niveau du liquide jusqu'à l'orifice.

Concevons le liquid contenu dans le vase ABCD partagé en une infinité de tranches égales, par des plans perpendiculaires à leurs directions. Les vitesses moyennes des tranches intérieures seront infiniment petites par rapport à la vitesse du liquide, à sa sortie de l'orifice *pq*. Mais suivant les lois de la pesanteur, si toutes les molécules liquides tomboient librement, elles descendroient avec la même vitesse : donc, puisque les tranches supérieures à l'orifice perdent la vitesse que leur imprimeroit naturellement la pesanteur, le petit prisme liquide *pqgf*, qui sort à chaque instant, se trouve pressé par le liquide supérieur, comme le seroit un corps quelconque qu'on mettroit à l'orifice pour empêcher l'écoulement. La pression qu'exerce le liquide supérieur à l'orifice sur le petit prisme *pqgf*, se compose donc de la hauteur *hq*, de la base *pq*, et de la pesanteur spécifique, ou la densité du liquide, que nous exprimons par *d* (*Voy.* Fluides, art. *Pression*); et conséquemment la pression dont il s'agit peut être représentée par

$$d \times hq \times pq.$$

Supposons que dans l'instant que la pression $d \times hq \times pq$ fait sortir le petit prisme liquide *pqgf*, le seul poids absolu d'un prisme *pqxy* de

même liquide, qu'on peut exprimer par $d \times pq \times qx$), fasse parcourir la petite hauteur qx à ce même prisme regardé comme immobile au commencement de son mouvement; il est visible que les pressions $d \times hq \times pq$, $d \times pq \times qx$, étant proportionnelles aux quantités de mouvement qu'elles font naître, si nous nommons V et u les vitesses qu'elles impriment aux masses $pqgf$, $pqxy$, nous aurons $d \times hq \times pq : d \times pq \times qx :: pqgf \times V : pqxy \times u$. Mais les masses des prismes $pqgf$, $pqxy$, sont entr'elles comme les volumes, c'est-à-dire comme les produits de leur base commune pq, par leurs hauteurs respectives, puisque la densité est la même; les hauteurs sont des espaces parcourus dans des temps égaux, et conséquemment représentent les vitesses: donc substituant à la place de la masse de chaque petit prisme, le produit de sa base par sa vitesse, nous aurons $d \times hq \times pq : d \times pq \times qx :: pq \times V \times V : pq \times u \times u$: donc $hq : qx :: V^2 : u^2$, ou $hq : V^2 :: qx : u^2$.

Nommons y la vitesse qu'acquerroit un corps tombant librement de la hauteur hq, nous aurons, $qx : u^2 :: hq : y^2$: donc par une suite de rapports égaux, $hq : V^2 :: hq : y^2$: donc $V^2 = y^2$: donc $V = y$: donc la vitesse V du liquide à sa sortie de l'orifice, est égale à la vitesse y qu'acquerroit un corps tombant librement de la hauteur hq du liquide au-dessus de l'orifice: donc etc.

La loi que nous venons d'établir relativement à la vitesse des écoulemens, est fondée sur ce principe, que le liquide sortant par l'orifice est chassé par le poids entier de la colonne correspondante, et ce principe n'est exactement vrai que lorsque l'orifice est infiniment petit: car concevons le fond d'un vase prismatique vertical rempli d'eau, subitement anéanti, il est visible, d'après les lois de la pesanteur, que la tranche du fond n'éprouvera aucune action des tranches supérieures et qu'elles descendront toutes avec la même vitesse; d'où il résulte que la tranche du fond ne porte le poids total de la colonne supérieure que lorsque les tranches supérieures perdent leurs vitesses, ce qui n'a lieu que lorsque l'orifice est infiniment petit.

Il importe néanmoins de remarquer que si un orifice horizontal, quoique fini, est petit par rapport à la largeur du vase qui renferme le liquide, sa vitesse au sortir de l'orifice est très-sensiblement la même que si cet orifice étoit infiniment petit; mais alors cette vitesse n'est pas entièrement produite par la pression de la colonne supérieure: chaque particule obéit à la fois à l'impulsion de sa propre pesanteur et à l'action des particules contiguës, qui est sans cesse favorisée ou contrariée par leur adhérence mutuelle. Il est aisé de concevoir que toutes ces forces peuvent se combiner entre elles de manière que la vitesse qui en résulte pour le liquide au sortir de l'orifice, soit la même que si elle étoit produite exclusivement par la pression de la colonne supérieure; et l'expérience fait voir que cette combinaison a lieu dans la nature.

Deuxième expérience. On prend un vase d'une hauteur de 42 décimètres (13 pieds), dont le fond est traversé par un tube cylindrique de 6 millimètres (3 lignes) de diamètre, et de 16 millimètres (7 lignes) de longueur. Dans l'espace d'une minute,

il s'écoule par ce tube 180 décimètres cubes d'eau (905 pouces cubiques). Si l'on conçoit cette eau changée en une colonne d'eau, dont le diamètre soit égal à celui de l'ouverture du petit tube, elle sera alors de la longueur de 4989 décimètres (1536 pieds); et conséquemment la première lame de fluide sort avec une vitesse qui peut lui faire parcourir dans une minute 4989 décimètres (1536 pieds). Lorsqu'un corps pesant tombe librement de la hauteur de 39 décimètres (12 pieds), il acquiert une vitesse avec laquelle il peut parcourir dans une minute 4850 décimètres (1493 pieds); mais s'il tombe de la hauteur de 42 décimètres (13 pieds), il acquiert une vitesse avec laquelle il peut parcourir dans une minute 5457 décimètres (1680 pieds): d'où il résulte que l'eau qui sort de l'orifice par la pression d'une colonne d'eau de la hauteur de 42 décimètres (13 pieds), a plus de vitesse que le corps qui est tombé de la hauteur de 39 décimètres (12 pieds), et qu'elle en a moins que le corps qui tombe de la hauteur de 42 décimètres (13 pieds). Cette différence a pour cause le frottement qu'éprouve l'eau en coulant par l'ouverture du tube.

Si l'on a deux vases de différente hauteur remplis de même fluide et dont les fonds soient percés d'orifices égaux, la quantité de fluide qui en sortira dans le même temps, sera comme la racine quarrée de la hauteur du fluide au-dessus des orifices.

Donné le même temps et le même diamètre des orifices, la quantité de fluide écoulée doit être évidemment comme la vitesse du fluide qui sort, et conséquemment comme la racine carrée de la hauteur du fluide au-dessus des orifices. L'expérience suivante justifie ce résultat de théorie.

Troisième expérience. On prend un tube long de 1,299 mètres (4 pieds), au haut duquel on met une jatte qui porte en dedans une marque propre à indiquer avec précision la hauteur du fluide. Le tube est percé de deux orifices égaux entre eux; l'un se trouve éloigné de 324 millimètres (1 pied) de l'extrémité supérieure du tube; l'autre se trouve à la distance de 1,299 mètres (4 pieds): enfin l'un est fermé, lorsque l'autre est ouvert. Si l'on recueille l'eau qui s'est écoulée par l'orifice supérieur en une minute, et ensuite celle qui est sortie par l'orifice inférieur dans le même temps, cette dernière se trouve double de la première; or la vitesse de l'eau qui coule par l'orifice inférieur est double de la vitesse de l'eau qui coule par l'orifice supérieur. La quantité d'eau qui s'est écoulée est donc comme la vitesse avec laquelle elle s'est échappée, et conséquemment la quantité de fluide qui sort d'orifices égaux, dans le même temps, est comme la racine carrée de la hauteur du fluide au-dessus des orifices.

Si l'on a un vase d'une hauteur donnée, qui soit entretenu constamment plein, et qu'on perce son fond d'un orifice d'une grandeur connue, en mesurant avec exactitude la quantité du fluide qui s'écoule de cet orifice dans un certain temps, on pourra savoir combien il s'écoulera du même fluide, dans un temps donné, d'un autre vase entretenu constamment plein, qui n'ait ni la même capacité, ni la même hauteur que le premier, pourvu que son fond soit percé d'un orifice de même diamètre que celui du premier vase. Que l'un de ces vases ait la

hauteur d'un mètre ; que le second ait la hauteur de quatre mètres ; qu'il s'échappedupremier 6 kilogrammes d'eau (196 onces) dans une minute, il s'en écoulera du second 12 kilogrammes (392 onces) dans le même temps, puisque les quantités de fluide qui s'écoulent en temps égaux d'orifices égaux, sont comme les racines carrées des hauteurs du fluide au-dessus des orifices.

Si le vase ABCD (*fig.* 47, *pl.* 6) est entretenu constamment plein, il sort par l'orifice F, abstraction faite des obstacles, une colonne FH de fluide deux fois plus longue que EF, dans le temps qu'un corps tombant librement, parcourt la hauteur EF du fluide.

Le fluide qui sort par l'orifice F, se meut avec une vitesse égale à celle qu'a acquise à la fin de sa chute un corps tombant librement de E en F. De plus, le fluide coule toujours avec la même vitesse, tandis que le corps qui tombe de E en F, en quittant son état de repos, se meut d'un mouvement uniformément accéléré ; et l'espace parcouru d'un mouvement uniformément accéléré, est la moitié de l'espace parcouru d'un mouvement uniforme dans le même temps et avec la vitesse acquise à la fin de l'accélération.

Si l'on a deux vases de même hauteur, remplis du même fluide, et dont les fonds soient percés d'orifices inégaux, la quantité de fluide qui en sort en même temps suit évidemment le rapport des aires des orifices. Toutes les expériences faites avec de l'eau attestent cette vérité.

Tout étant supposé égal, excepté les temps, il paroît évident que les quantités de fluide qui coulent sont comme les temps ; et conséquemment ces quantités sont généralement en raison composée des temps, des aires des orifices, et des racines carrées des hauteurs du fluide au-dessus des orifices.

Dans les vases qui ne sont pas entretenus constamment pleins, la vitesse, pendant que le fluide coule, change à chaque instant : il faut donc avoir égard à ce changement de vitesse, dans la comparaison des temps pendant lesquels différens vases se vident.

Les temps pendant lesquels des vases cylindriques de même diamètre et hauteur se vident, le fluide coulant par des orifices inégaux, sont entre eux en raison inverse des aires des orifices.

Concevons que le vase ABCD (*fig.* 48, *pl.* 6) est divisé en colonnes d'égale épaisseur, et dont le diamètre est égal à celui de l'orifice E ; que le vase FGHL (*fig.* 49, *pl.* 6) soit aussi conçu divisé en colonnes, dont la base est l'orifice K ; puisque les colonnes sont de même hauteur dans les deux vases, elles parcourront leurs hauteurs dans le même temps ; d'où il résulte que le temps de l'évacuation du vase ABCD sera au temps de l'évacuation du vase FGHL, comme le nombre des colonnes en ABCD est au nombre des colonnes en FGHL ; mais leur nombre est en raison inverse des bases, c'est-à-dire, des aires des orifices E, K ; et conséquemment les temps de l'évacuation de ces vases sont en raison inverse des aires des orifices.

Quand des vases cylindriques sont inégaux et d'égale hauteur, ils se vident par des orifices égaux dans des temps

qui sont comme les bases des cylindres.

Soient les deux vases cylindriques ABCD, EFGH (*fig* 50 et 51, *pl.* 6) de même hauteur et de différent diamètre, remplis du même fluide, et percés dans leurs bases d'orifices égaux P et O. Concevons ces vases divisés en colonnes dont les diamètres soient comme ceux des orifices. Puisque ces colonnes ont toutes la même hauteur, chacune d'elles peut s'écouler dans le même temps; et par conséquent le temps de l'évacuation du vase ABCD est au temps de l'évacuation du vase EFGH, comme le nombre des colonnes en ABCD est au nombre des colonnes en EFGH; mais leur nombre est comme les bases des cylindres; d'où il résulte que les temps de l'évacuation sont comme les bases des cylindres.

Si des vases cylindriques ont des bases égales et des hauteurs différentes, ils se videront, par des orifices égaux, en des temps qui sont comme les racines carrées de leurs hauteurs.

Supposons que les vases cylindriques ABCD, EFGH (*fig.* 52 *et* 53, *pl.* 6), ne diffèrent que par leurs hauteurs, qui sont entre elles comme 4 à 1. Dans cette supposition, la vitesse avec laquelle le fluide commence à sortir du vase qui a la plus grande hauteur, sera à la vitesse du second comme 2 sont à 1, et conséquemment la quantité de fluide qui s'est écoulée en même temps, sera aussi comme 2 sont à 1. Cette même raison a toujours lieu après que le fluide s'est déjà écoulé de chaque vase; d'où il résulte qu'il faut un temps double pour que la quantité de fluide qui s'est écoulée du premier vase soit à celle du second comme 4 à 1; mais les quantités de fluide contenues dans ces deux vases sont comme 4 à 1; donc les temps de l'évacuation sont comme 2 à 1, c'est-à-dire, comme les racines carrées des hauteurs.

Quatrième expérience. On prend trois vases cylindriques A, C, B, (*fig.* 54, *pl.* 6), de même diamètre, et dont les hauteurs sont comme 1, 3, 4; ils ont chacun une incision à leur embouchure, par laquelle l'eau coule lorsqu'elle surpasse une certaine hauteur, qui doit être prise pour la hauteur du vase. Les fonds des vases A et B, dont les hauteurs sont dans le rapport de 1 à 4, sont percés d'orifices égaux. On les remplit d'eau, et on débouche les orifices dans le même instant. Si l'eau coulant de B tombe dans le vase C, il sera rempli dans le temps que A se vide : le vase C contenant les trois quarts du vase B, il est évident que la quatrième partie qui reste se vide dans le même temps que le vase A, et conséquemment que le vase A se vide deux fois dans le même temps que B se vide une fois.

Les temps dans lesquels des vases cylindriques quelconques se vident, sont donc en raison composée des bases, des racines carrées des hauteurs, et de l'inverse des aires des orifices.

Ces principes nous conduisent à déterminer de quelle manière des vases cylindriques ou prismatiques remplis d'un fluide, se vident par des orifices percés à leurs fonds.

En supposant le temps de l'évacuation divisé en parties égales, la hauteur du fluide qui s'écoule dans le dernier instant sera 1; celle du fluide qui s'écoule dans l'instant précédent sera 3, et ainsi de suite comme la série des nombres impairs, à commencer par l'unité.

A mesure que le vase se désemplit, la colonne qui répond à l'orifice du vase cylindrique ou prismatique perd de sa hauteur; de là vient qu'elle exerce une moindre pression sur le fluide qui s'écoule, et conséquemment que les parties du fluide qui s'échappent se meuvent d'un mouvement uniformément retardé; les espaces parcourus d'un mouvement uniformément retardé suivent, à commencer par le dernier, la suite des nombres impairs 1, 3, 5, 7, etc. Il faut donc que la hauteur du fluide qui s'écoule d'un vase cylindrique ou prismatique dans une suite d'instans égaux, à commencer par le dernier instant, suive les termes de cette progression.

Cinquième expérience. On prend un large tube de verre de la longueur de 1,299 mètres (4 pieds), et dont le diamètre soit partout le même, autant qu'il est possible; on adapte à l'une des extrémités du tube un couvercle de cuivre percé d'un orifice très-petit : on remplit ce tube d'eau, et on remarque en combien de temps il se vide. Si le temps de l'évacuation est de 20 minutes, on divise la longueur du tube en 400 parties égales; et après avoir rempli d'eau le tube, l'expérience fait voir qu'il s'écoule, à la première minute, 39 parties à peu près du fluide, 37 à la seconde, 35 à la troisième, 33 à la quatrième, et ainsi de suite, jusqu'à la dernière minute, où une seule de ces parties s'écoule. (*Voy.* Clepsidre.)

Il importe de remarquer que les expérieuces de ce genre ne peuvent se trouver parfaitement d'accord avec la théorie qui fait abstraction des circonstances qui accompagnent l'écoulement d'un fluide.

1°. Si l'on perce un orifice au fond d'un vase qui renferme un fluide, toutes les molécules du fluide tendent vers l'orifice qui est le point où se trouve la moindre résistance : cette tendance, qui a d'abord une direction verticale pour toutes les molécules, prend, à une certaine distance de l'orifice, une direction oblique pour les molécules latérales. Leur action sur le fluide qui s'écoule se décompose en deux, dont l'une perpendiculaire au plan de l'orifice produit seule l'écoulement, et dont l'autre parallèle au plan contracte la veine fluide. Cette contraction a lieu, d'après les expériences de *Newton*, jusqu'à une distance de l'orifice qui égale à très-peu près la moitié de son diamètre, et le diamètre de la veine contractée est au diamètre de l'orifice comme un peu plus de 3 à 4, ou comme 3 $\frac{1}{2}$ à 4; de sorte que son aire est à celle de l'orifice, comme 10 à 16. Le même physicien a trouvé que pour mesurer avec précision combien il s'écoule de fluide par un orifice donné, il faut compter comme si le diamètre de l'orifice du fond étoit égal au diamètre de la veine contractée, et prendre la hauteur de toute la colonne depuis la surface du fluide dans le vase, jusqu'à l'endroit où la contraction de la veine fluide est la plus grande.

Pour diminuer l'obstacle qu'oppose à l'écoulement la contraction de la veine fluide, au lieu de faire sortir le fluide d'un vase par un orifice, on le fait sortir par des tuyaux additionnels de même diamètre que l'orifice. La contraction a lieu à l'entrée du fluide dans ces tuyaux, et non à la sortie : d'où il résulte que l'addition des tuyaux diminue la contraction de la veine fluide, et favorise conséquemment l'écoulement du fluide. Ces assertions

sont fondées sur un grand nombre d'expériences. (*Voyez* à ce sujet l'*Hydrodynamique de Bossut*).

La forme la plus avantageuse qu'on puisse donner aux tuyaux additionnels, pour avoir, dans un temps donné, la plus grande quantité de fluide par un orifice déterminé, est celle que prend naturellement la veine fluide à la sortie d'un orifice percé dans une mince paroi, c'est-à-dire, qu'il faut donner à ce tuyau la forme d'un cône tronqué, dont la petite base ait pour diamètre celui de l'orifice par lequel on désire que se fasse l'écoulement. Il faut de plus que l'aire de la petite base soit à l'aire de la grande comme 10 à 16, et que la distance d'une base à l'autre soit à peu près égale au demi-diamètre de la grande base. Le reste de la longueur du tuyau peut être cylindrique ou prismatique. Alors l'écoulement sera aussi abondant que celui qui auroit lieu par un orifice égal à la petite base, percé dans une mince paroi, et dans lequel la veine fluide ne souffriroit aucune contraction. Cette forme peut avoir son application dans la pratique, lorsqu'il s'agit de deriver une certaine quantité d'eau d'une rivière, d'un aqueduc, par un canal ou par un tuyau latéral.

2°. Parmi les molécules d'un fluide qui s'échappent par des orifices, certaines se trouvent exposées à un frottement contre les parois des orifices, ce qui retarde leur vitesse; tandis que celles qui se trouvent au milieu de la lame qui s'écoule n'éprouvent pas ce frottement: d'où il résulte que le fluide s'écoule avec une vitesse inégale. Les molécules intermédiaires qui s'échappent avec plus de vitesse tiennent, par leur force attractive, aux molécules latérales qui se meuvent plus lentement; la vitesse de celles-ci se trouve par là un peu accélérée, tandis que celle des autres est un peu retardée, ce qui fait qu'il s'écoule par les orifices moins de fluide qu'il n'en devroit sortir d'après les principes établis.

La contraction de la veine fluide et le frottement ne sont pas les seuls obstacles qui s'opposent au libre écoulement des fluides. Rarement trouve-t-on des tuyaux exactement droits; et si l'on emploie des tuyaux recourbés, la résistance augmente avec le nombre des courbures des tuyaux. Le mouvement des fluides qui s'écoulent par des orifices est sujet à d'autres anomalies, dont je tâche d'apprécier les causes, article EAUX JAILLISSANTES.

ÉCREVISSE. Nom que l'on donne quelquefois à la constellation du Cancer. (*Voyez* CANCER.)

ÉCROUIR. C'est battre les métaux à froid pendant un certain temps; ils acquièrent par là plus de roideur, plus de dureté, plus d'élasticité. L'écrouissement empêche qu'on ne puisse étendre à froid, en lames minces, des masses de métal un peu épaisses, parce qu'elles se fendent et se gercent après avoir reçu un certain nombre de coups de marteau; mais il est facile de décrouir les métaux: il ne s'agit pour cela que de les faire chauffer jusqu'à rougir, ce qui s'appelle le *recuire*; ce recuit leur rend toute leur douceur et leur ductilité.

ÉCU DE SOBIESKI. Les astronomes ont donné ce nom à une des onze nouvelles constellations formées par Hévélius, et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage ayant pour

titre : *Firmamentum Sobieskianum*, dans lequel il a représenté la figure de cette constellation.

Cette constellation est située dans l'hémisphère austral, au voisinage de l'Équateur, entre Antinoüs, le Sagittaire et le Serpentaire.

EFFORT. Ce mot est fréquemment employé pour exprimer la force avec laquelle un corps en mouvement tend à produire un effet, soit qu'il le produise réellement, soit que quelque obstacle l'empêche de le produire. Ainsi l'on dit qu'un corps mu dans une courbe fait effort à chaque instant pour s'échapper par la tangente, qu'un coin qu'on pousse dans une pièce de bois fait effort pour la fendre. Le mot effort étant ainsi entendu, la mesure de l'effort sera la quantité de mouvement qu'il produit ou qu'il produiroit si un obstacle ne l'en empêchoit ; ou, ce qui est la même chose, le produit de la masse par la vitesse actuelle du corps ou par la vitesse virtuelle, c'est-à-dire, par la vitesse qu'il auroit sans la résistance de l'obstacle. (*Voyez* Force, Percussion, Pesanteur.)

ÉLASTICITÉ. Propriété en vertu de laquelle certains corps comprimés par une force quelconque reprennent d'eux-mêmes, lorsque cette force cesse d'agir, les dimensions et la figure qu'ils avoient avant la compression.

L'élasticité est parfaite lorsque le corps reprend l'état qu'il avoit avant la compression, dans un temps égal à celui qu'il a fallu pour le lui faire perdre ; mais cette espèce de perfection ne se rencontre jamais dans la nature. Parmi les corps connus, le fluide lumineux et les fluides aériformes sont ceux dont l'élasticité approche le plus de l'élasticité parfaite. Elle est moindre dans les corps durs, tels que l'acier, l'ivoire, etc. Elle diminue ensuite très-sensiblement dans les liquides. Enfin, elle est presque nulle dans les corps mous, tels que le beurre, la terre glaise humide, etc.

Dans la plupart des corps élastiques, le ressort s'affoiblit par l'usage ou par une compression trop long-temps continuée. Un arc qui a été trop long-temps tendu garde enfin une portion de la courbure que la compression lui a fait prendre. Le crin, la plume, la laine, qui servent continuellement à nos usages, perdent à la longue leur précieux ressort qu'on a trouvé heureusement le moyen de leur rendre par de faciles procédés.

Si certains corps perdent leur élasticité, il en est d'autres à qui il est facile de communiquer cette propriété. On augmente l'élasticité des métaux, 1°. en les battant à froid ; 2°. à la faveur de l'alliage. Le mélange de deux métaux est plus dur, plus roide, plus élastique que les métaux simples qui entrent dans sa composition. La trempe, qui consiste à échauffer fortement l'acier et à le refroidir ensuite subitement en le plongeant dans l'eau froide, donne plus d'activité et d'énergie à l'élasticité de ce métal, si féconde en services précieux à l'humanité. C'est d'elle que reçoivent leur force les ressorts qui animent les montres, les serrures et un grand nombre d'autres machines qui servent habituellement à nos usages. C'est elle qui donne l'impulsion à ces lames flexibles qui, en

adoucissant le mouvement des voitures, évitent au voyageur le désagrément des secousses.

Il suit de ce que nous avons dit que l'élasticité doit être regardée comme une propriété variable qui caractérise certains corps, et qui, conséquemment, n'est pas essentielle à la matière.

Lucrèce, Daniel Bernouilli, Lesage et plusieurs autres physiciens se sont occupés du phénomène de l'élasticité; mais toutes leurs recherches se sont bornées à expliquer d'une manière vague l'élasticité des fluides aériformes. Les uns la faisoient dépendre d'une agitation continuelle de leurs molécules intégrantes, sans assigner aucune cause qui produise cette agitation; les autres admettoient, pour expliquer ce phénomène, une force répulsive, inhérente aux molécules des fluides aériformes. Quelques-uns, enfin, ne pouvant se résoudre à admettre dans les molécules de la matière deux forces diamétralement opposées, ont eu recours, pour produire l'agitation des fluides élastiques, à un fluide discret répandu dans tout l'univers, dont chaque particule, excessivement petite, se meut avec une prodigieuse activité en ligne droite, et dont les courans, arrivant de tous les points de l'espace, se croisent dans tous les sens. Ce système, connu sous le nom de *système des corpuscules ultramondains*, est fondé, comme tous les systèmes, sur des bases imaginaires, et est bien loin d'offrir une explication satisfaisante des phénomènes de l'élasticité.

Je vais donner une explication nouvelle du phénomène de l'élasticité; je l'appuie sur des faits; et je la confirmerai par le calcul.

Premier principe.

Des signes d'élasticité supposent une compression effectuée, c'est-à-dire, une altération dans la figure des corps, produite par le rapprochement des molécules : d'où il résulte que les corps dont les molécules cèdent avec une très-grande facilité à la plus légère pression, de manière à rouler les unes sur les autres sans altérer leur figure, ne peuvent donner des signes sensibles d'élasticité. Tels sont en général les liquides.

Deuxième principe.

Lorsque l'on comprime un corps élastique, quelques-unes de ses molécules intégrantes sont rapprochées; d'autres souffrent un écartement à peu près égal au rapprochement des premières.

Troisième principe.

Au degré habituel de chaleur et de pression que nous éprouvons, tous les corps ont un volume déterminé par le rapport d'égalité, qui existe entre la force attractive de leurs molécules et la force répulsive communiquée par le calorique combiné avec ces mêmes molécules.

Cela posé, le rétablissement des corps solides, après la compression, me paroît être le résultat de l'action combinée du calorique et de la gravitation. Car lorsque l'on comprime un corps élastique, plusieurs de ses molécules intégrantes sont rapprochées, d'autres souffrent un écartement égal au rapprochement des premières.

Dans les molécules rapprochées, la force répulsive augmente; la force at-

tractive augmente aussi, mais l'accroissement de la première force l'emporte sur celui de la seconde. Car à l'époque de la formation du corps tel qu'il est avant la compression, la force répulsive communiquée à ses molécules par le calorique, a suffi pour leur donner le degré d'écartement qui les distingue : elle étoit donc supérieure à la force attractive, jusqu'au moment où les molécules ont acquis le degré d'écartement qu'elles ont dans l'état naturel du corps : d'où il résulte que si on rapproche les molécules par la compression, si on les resserre avec le calorique dans un plus petit espace, le rapport d'égalité qui existoit avant la compression entre la force attractive et la force répulsive, doit être détruit en faveur de la force répulsive; et que conséquemment la compression cessant, elle doit agir et écarter les molécules rapprochées par la compression, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse entre la force attractive et la force répulsive; et cet équilibre ne peut se rétablir que lorsque les molécules auront recouvré le degré d'écartement qu'elles avoient avant la compression.

Par des raisons semblables, la force attractive domine sur la force répulsive dans les molécules qui ont souffert un écartement : elle doit donc agir pour rapprocher les molécules et rétablir l'équilibre de ces forces; et cet équilibre ne peut se rétablir, que lorsque l'écartement des molécules sera tel qu'il étoit avant la compression.

Des exemples répandront quelque clarté sur cette explication. Je laisse tomber sur un plan une boule d'ivoire, le diamètre perpendiculaire au plan diminue; les molécules intégrantes, dans le sens de ce diamètre, se rapprochent : le diamètre horizontal augmente; les molécules, dans le sens de ce diamètre, s'écartent. Les molécules de la boule avoient, avant la compression, un écartement déterminé par un certain rapport entre leur force attractive et leur force répulsive communiquée par le calorique. Ce rapport est détruit par la compression. Leur force répulsive est devenue relativement plus grande dans les molécules qui ont été rapprochées, et la force attractive est supérieure dans les molécules qui ont été écartées : les molécules rapprochées doivent donc s'écarter, et les molécules écartées se rapprocher pour rétablir le rapport qui existoit avant cette compression : d'où il résulte que, la compression cessant, la boule doit reprendre l'état que la compression lui a fait perdre.

Lorsqu'on ploie une lame d'acier, il y a rapprochement des molécules dans la partie intérieure, et écartement des molécules dans la partie extérieure de l'arc qu'on fait décrire à cette lame : le calorique combiné avec les molécules qui composent la partie intérieure de l'arc, se trouve donc resserré dans un plus petit espace, tandis que celui qui est combiné avec les molécules qui composent la partie extérieure de l'arc, occupe plus d'espace : la force répulsive communiquée par le calorique, doit donc dominer sur la force attractive dans les molécules qui composent l'arc intérieur, et faire effort pour les écarter jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse; tandis que la force attractive qui domine dans les molécules qui composent l'arc extérieur, agit pour rapprocher ces mêmes molécules : et comment concevoir que l'écartement des molécules dans l'arc intérieur, et le rapprochement des

molécules dans l'arc extérieur, puissent s'effectuer sans que la lame reprenne son premier état?

Plus on bat les métaux, plus ils deviennent élastiques. En battant les métaux, on rapproche leurs molécules intégrantes; on les réduit, ainsi que le calorique combiné avec elles, à occuper un plus petit espace; des percussions réitérées font donc croître la force répulsive en plus grande raison que la force attractive; et conséquemment l'élasticité des métaux doit augmenter par la percussion.

L'acier trempé est plus dur et plus élastique que l'acier non trempé: d'où il résulte que le refroidissement augmente son élasticité.

Ce phénomène semble d'abord contrarier notre explication de l'élasticité des corps solides; mais un instant de réflexion suffit pour faire évanouir cette apparente contrariété.

Lorsqu'on plonge dans l'eau un barreau d'acier incandescent, il y dégagement de gaz hydrogène; la surface du barreau passe à l'état d'oxide; et c'est probablement à ce passage que sont dues, en partie, la dureté et l'élasticité que l'acier acquiert par la trempe. Ce qui paroît justifier cette conjecture, c'est que, d'après les expériences de *Lavoisier*, l'acier acquiert plus de dureté et d'élasticité, lorsqu'étant foiblement chauffé, on le plonge dans un liquide, tel que l'acide nitrique qui favorise par lui-même son oxidation. En un mot, dans l'opération de la trempe, l'eau se décompose; son oxigène se combine avec l'acier; son effet n'est d'abord sensible qu'à la surface qui durcit seule, tandis que l'intérieur conserve sa ductilité. Mais à la faveur d'une chaleur modérée, l'oxigène, fixé d'abord à la surface, se répartit bientôt également dans toute la masse du barreau: il se fait donc dans l'opération de la trempe une composition nouvelle, qui doit nécessairement faire naître de nouvelles propriétés. Le nouveau composé peut très-bien, par l'attraction qui lui est propre, fixer une plus grande quantité de calorique: d'où doit résulter pour ses molécules intégrantes plus de force répulsive, et conséquemment plus d'élasticité.

Le refroidissement subit qu'on fait éprouver à l'acier, par la trempe, contribue aussi à lui donner plus de dureté et d'élasticité: car le refroidissement produit le rapprochement des molécules intégrantes. Le calorique combiné se trouve renfermé avec elles dans un plus petit espace, et conséquemment la force répulsive augmente en plus grande raison que la force attractive; d'ailleurs les molécules prennent entr'elles un arrangement bien différent de celui qu'elles auroient, si l'acier rougi étoit ramené, par degrés successifs, à la température qu'il avoit avant d'être échauffé, et ce dernier arrangement de molécules occasionné par un refroidissement subit, peut fort bien être favorable à l'élasticité.

L'élasticité des fluides aériformes paroît dépendre de la même cause, qui donne naissance à l'élasticité des corps solides. Il faut remarquer que les corps qui passent à l'état permanent de fluidité aériforme, ont une très-forte attraction pour le calorique; ils en prennent une très-grande quantité; il se combine intimement avec leurs molécules intégrantes qui acquièrent par cette combinaison une force répulsive supérieure à leur force attractive. Cette supériorité de la force répulsive les entraîne loin de la sphère d'acti-

vité, où s'exerce la force d'agrégation; il en résulteroit, sans doute, un écartement indéfini, si la pression de l'atmosphère et la pesanteur de ces fluides ne mettoient un terme à cet écartement. Lorsque l'on comprime les fluides aériformes, on resserre leurs molécules intégrantes, ainsi que le calorique combiné avec elles, dans un plus petit espace : on augmente donc, par la compression, la force répulsive des molécules intégrantes. La compression cessant, elle doit déployer toute son activité pour rétablir l'écartement des molécules.

L'élasticité des fluides aériformes est telle, qu'elle leur donne après la compression plus de volume qu'ils n'en avoient avant la compression. Cet effet, qui a lieu dans le vide, est dû à la supériorité de la force répulsive qui doit agir avec efficacité pour écarter de plus en plus les molécules, lorsqu'on supprime la pression de l'atmosphère qui s'opposoit à cet écartement. Il n'en est pas ainsi des corps solides élastiques, parce que la force répulsive de leurs molécules intégrantes se trouve égale à leur force attractive.

Tous les corps contiennent du calorique : d'où vient donc que tous les corps ne sont pas élastiques, si le calorique est le principe de l'élasticité?

1°. Il n'y a dans la nature aucun corps parfaitement dur, ni parfaitement mou. Il n'en est donc aucun qui ne jouisse d'un certain degré d'élasticité.

2°. Des signes sensibles d'élasticité supposent la compression effectuée; il n'est donc pas étonnant que les corps dont nous ne pouvons effectuer la compression, ne donnent aucun signe d'élasticité.

3°. De ce que le calorique est le principe de l'élasticité, il ne s'ensuit pas que tous les corps qui contiennent du calorique doivent jouir de cette propriété. 1°. Le trop et le trop peu de calorique peuvent nuire également à la force élastique; 2°. la forme différente qui distingue les molécules intégrantes des différens corps, le différent arrangement que prennent ces molécules, suivant les circonstances, peut être tantôt plus ou moins favorable, tantôt plus ou moins nuisible à l'élasticité; 3°. les corps mous, tels que le beurre, la terre glaise humide, etc., éprouvent, dans leur état de mollesse, un commencement de solution par l'eau, qui doit altérer la force répulsive de leurs molécules, et nuire conséquemment à l'élasticité. Cela est tellement vrai, que ces corps, dépouillés de leur partie aqueuse sans changer leur température, donnent des signes sensibles d'élasticité.

On conçoit facilement que les corps doivent acquérir de l'élasticité en se combinant avec un corps tel que le calorique, qui jouit éminemment de cette propriété. Mais il reste toujours à expliquer pourquoi le calorique est élastique; et jusqu'à ce qu'on ait trouvé la solution de ce problème, on n'aura fait que reculer la difficulté, au lieu de la résoudre.

Pour expliquer l'élasticité des corps, soit solides, soit aériformes, nous sommes partis d'un fait; il consiste en ce que les molécules des corps exposés à la chaleur s'écartent les unes des autres, et acquièrent conséquemment une force répulsive par leur combinaison avec un fluide, quel qu'il soit, qui les pénètre. Mais il peut se faire que ce fluide que nous avons appelé calorique, en se combinant avec les

molécules des corps, leur communique une force répulsive sans que les molécules de ce fluide se repoussent mutuellement. Lorsque l'on plonge du pain sec dans de l'eau, le pain se gonfle, les molécules s'écartent les unes des autres; l'eau, en pénétrant les pores du pain, communique donc à ses molécules une force répulsive; il seroit ridicule d'en conclure que les molécules de l'eau se repoussent entr'elles. De même, lorsqu'on soumet un corps à l'action de la chaleur, ses molécules intégrantes s'écartent les unes des autres; elles acquièrent une force répulsive par leur combinaison avec le calorique; mais ce phénomène dépend probablement, comme le précédent, du concours de plusieurs forces attractives, telles que la force attractive des molécules du calorique, la force attractive des molécules du corps les unes à l'égard des autres; enfin, l'attraction réciproque des molécules du calorique et des molécules du corps pénétré par ce fluide : d'où il résulte que l'élasticité des corps ne suppose pas celle du calorique, qui lui a donné naissance.

Au reste, je ne regarde pas comme démontrée l'existence du calorique (*voy.* Calorique); et je ne donne cette hypothèse que comme un moyen de représenter, par des nombres, le ressort des corps élastiques, sans affirmer que, matériellement, la chose se fasse, comme je l'ai dit.

Soit M la masse d'un corps élastique, m une de ses molécules, d la distance de cette molécule au centre d'attraction, q la quantité de calorique dont le corps est pénétré, le centre de répulsion étant d'ailleurs au même point que le centre d'attraction. Je fais encore $M\,m = a$, $q\,m = b$.

La force attractive de chaque molécule égale le produit de sa masse par la vitesse qu'elle auroit si elle cédoit à l'impulsion de cette force. La vitesse est en raison directe de la masse attirante, et en raison inverse d'une fonction de la distance de la molécule au centre d'attraction. Nous avons donc pour expression analytique de la force attractive $\frac{a}{F(d)}$.

La force répulsive égale le produit de la masse par la vitesse. La vitesse est en raison directe de la quantité de calorique dont le corps est pénétré : elle augmente encore par le rapprochement des molécules; mais la loi qui la maîtrise, relativement aux distances, n'est pas la même que celle de la force attractive. La force répulsive augmente plus que la force attractive, par le rapprochement des molécules : d'où il résulte que nous aurons pour expression de la force répulsive, b, divisé par une autre fonction de d, que nous pouvons représenter ainsi : $F(d).\,\omega(d)$, ou $\frac{b}{F(d).\,\omega(d)}$: nous avons donc dans l'état naturel des corps, c'est-à-dire à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent,

$$\frac{a}{F(d)} = \frac{b}{F(d).\,\omega(d)},$$

ou $\frac{a}{F(d)} - \frac{b}{F(d).\,\omega(d)} = 0$

ou $a.\,\omega(d) - b = 0$.

Cela posé, lorsqu'on laisse tomber sur un plan une boule d'ivoire, les molécules de la boule, situées dans le diamètre vertical, se rapprochent : donc d diminue; donc l'équation précédente devient.... $a.\,\omega(d-r) - b =$

une quantité négative ; donc la force répulsive l'emporte sur la force attractive, et conséquemment les molécules situées dans le diamètre vertical s'écartent. Les molécules situées dans le diamètre horizontal sont écartées : donc d augmente ; donc notre équation devient $a.\omega(d+r)-b=$ une quantité positive ; donc la force attractive l'emporte sur la force répulsive ; et conséquemment les molécules situées dans le diamètre horizontal se rapprochent, tandis que les molécules situées dans le diamètre vertical s'éloignent, afin que le corps reprenne son état naturel.

En prenant l'expression analytique des forces entre lesquelles les molécules des corps sont en équilibre dans leur état naturel, nous n'avons eu aucun égard à la pression de l'atmosphère, parce que cette force n'agit pas efficacement sur les corps solides. Il n'en est pas de même des liquides et des fluides élastiques. La pression de l'atmosphère agit avec efficacité pour rapprocher leurs molécules : nous devons donc la faire entrer dans l'estimation des forces qui les animent. La pression de l'atmosphère est une quantité constante que nous exprimons par l'unité. Nous avons donc pour les liquides et les fluides aériformes. . . . . $a.\omega(d)+1-b=0$.

La simple inspection de cette formule fait voir, 1°. que lorsque l'on comprime des fluides élastiques, la force répulsive devient plus puissante que la force attractive, et conséquemment que la compression cessant, les molécules doivent retourner vers leur première position ; 2°. que les liquides et les fluides aériformes ont le privilège exclusif de prendre plus de volume, lorsqu'on supprime la pression de l'atmosphère. Dans cette supposition, notre équation devient $a.\omega(d)-b=$ une quantité négative, c'est-à-dire, que la force répulsive l'emporte sur la force attractive. Cela n'arrive pas pour les corps solides. Lors même que l'on supprime la pression de l'atmosphère, on a $a.\omega(d)-b=0$, c'est-à-dire, que la force attractive reste égale à la force répulsive.

ÉLECTRICITÉ. Propriété qu'ont les corps, dans certains états, dans certaines circonstances, d'attirer et de repousser ensuite des corps légers qu'on leur présente, de lancer des étincelles et des aigrettes lumineuses, d'enflammer les substances combustibles, et d'exciter de fortes commotions.

La découverte de cette propriété a eu sa naissance, ses progrès, et atteindra tôt ou tard sa limite de perfection. Je laisse à l'historien de la science le soin de remonter à l'époque de son origine. Je me borne à faire remarquer que son enfance a été longue, et que ce n'est que dans ces derniers temps qu'elle a acquis cette vigueur et cet éclat qui lui ont mérité un rang distingué parmi les sciences naturelles.

Je tracerai d'abord le tableau abrégé des principaux phénomènes électriques qui ont paru depuis l'époque où l'électricité a pris naissance. Je tâcherai ensuite de les lier entr'eux, à l'aide de la théorie ; la cause, quelle qu'elle soit, qui leur donne naissance, est connue sous le nom de *fluide électrique*.

PREMIÈRE SECTION,

Qui renferme le tableau des principaux phénomènes électriques.

Le frottement, la communication,

le contact, et la chaleur; tels sont les moyens employés jusqu'ici pour produire les phénomènes électriques. J'en parlerai séparément, en suivant l'ordre des découvertes.

CHAPITRE Ier.

De l'électricité que le frottement développe.

L'ambre jaune est de tous les corps naturels le premier auquel on a reconnu la propriété de s'électriser par frottement. Elle se manifesta ensuite dans la tourmaline, le jayet et quelques pierres précieuses; mais l'observation et l'expérience apprirent bientôt aux physiciens qu'un grand nombre d'autres substances partagent, quoiqu'inégalement, cette singulière propriété. Tels sont le verre et toutes les substances vitreuses, toutes les résines et les composés résineux, le soufre, le bois séché au four, toutes les matières bituminenses, la cire, la soie, la laine, le coton, l'air, les plumes, les cheveux, le papier, le sucre, les huiles, les oxides métalliques, etc.

Toutes ces substances que le frottement électrise dans un degré plus ou moins éminent, retiennent le fluide électrique comme enchaîné entre leurs molécules, et ne lui permettent jamais de se répandre d'une manière sensible sur les corps environnans. Nous les nommons *mauvais conducteurs*.

Les corps qui ne s'électrisent pas par frottement d'une manière sensible, prêtent au fluide électrique un passage plus ou moins facile. Ils le transmettent même, mais exclusivement, aux corps de la même espèce qui sont en contact avec eux. Nous les appelons *bons conducteurs*. Tels sont en général tous les métaux, tous les fluides, à l'exception de l'air et de l'huile, les parties fluides des animaux, la fumée, la vapeur aqueuse, la neige, la glace (1), les sels métalliques, la flamme, etc.

La nature ne nous offre aucun corps qui soit parfaitement bon ou parfaitement mauvais conducteur. Le fluide électrique éprouve toujours une sorte de résistance dans les meilleurs conducteurs, et une certaine facilité à s'échapper, soit à travers la propre substance, soit le long de la surface des mauvais conducteurs; aussi est-il difficile de tracer la limite qui sépare les bons des mauvais conducteurs. cette difficulté augmente encore par la faculté qu'ont les mauvais conducteurs de devenir assez bons conducteurs, par la chaleur et par l'humidité; ainsi le verre fortement chauffé, la résine fondue, le bois en ignition, l'air chaud ou humide, la viande crue, les plantes fraîches, prêtent au fluide électrique un passage assez facile. Nous leur donnons le nom de *demi-conducteurs*.

---

(1) *Achard* se trouvant à Berlin au mois de janvier 1776, observa que la glace gelée à 20 degrés de froid au-dessous de zéro du thermomètre de *Réaumur*, étoit devenue un mauvais conducteur. Il employa, pour ses expériences, de la glace entièrement exempte de bulles, et parfaitement transparente. Pour l'avoir aussi belle, il exposoit un vase, contenant de l'eau distillée, à la gelée, sur la fenêtre d'une chambre qu'on pouvoit regarder comme chaude, par rapport à l'air extérieur. Par là, cette eau se gelant d'un côté, tandis qu'elle étoit encore liquide de l'autre, les bulles d'air qui s'en dégageoient passoient dans la partie liquide, et laissoient la glace formée entièrement exempte de bulles, et parfaitement transparente.

Ce passage des corps de l'état de mauvais conducteurs à celui de demi-conducteurs, que l'humidité détermine, nécessite la précaution d'essuyer, de sécher avec soin, quelquefois même de chauffer assez fortement les corps qu'on veut électriser.

Il importe d'observer que les mêmes substances différemment préparées, passent de l'état de mauvais conducteurs à celui de bons conducteurs, et réciproquement, suivant les différentes modifications qu'on leur fait éprouver. Une branche d'arbre nouvellement coupée est un bon conducteur; séchée au feu, elle devient mauvais conducteur; brûlée en charbon, elle reprend son premier état; réduite en cendres, elle perd de nouveau la vertu conductrice. Ces sortes de métamorphoses se manifestent dans beaucoup d'autres substances, et il n'y en a probablement aucune qui ne puisse passer de l'un de ces états à l'autre, au moyen de certaines combinaisons.

On isole un corps, en l'environnant de toutes parts de mauvais conducteurs, c'est-à-dire, de substances auxquelles il ne peut transmettre l'électricité qui l'anime. (*Voyez* le mot Isoler.)

Des recherches relatives à l'électricité que le frottement développe, conduisirent *Dufay* à un résultat d'autant plus important, qu'il a servi à poser les fondemens de la science, à reconnoître les lois qui maîtrisent les phénomènes d'attraction et de répulsion, et à expliquer leurs bizarreries apparentes.

Expérience.

On suspend, au moyen de deux fils de soie, deux petites balles de moëlle de sureau aux extrémités d'un tube de verre recourbé et garni, au point de suspension, de deux boules de métal. Les deux balles étant situées à une petite distance l'une de l'autre, si l'on touche les deux points de suspension avec un tube de verre électrisé par frottement, l'électricité du verre se communique aux deux balles qui répondent aux deux points de suspension, et les deux balles se repoussent. Si l'on touche les deux points de suspension avec un bâton de cire d'Espagne électrisé aussi par frottement, il y a encore répulsion des deux balles; mais si l'on touche un point de suspension avec le tube de verre, et l'autre avec la cire, les deux balles s'attirent et se portent l'une vers l'autre.

Cette expérience atteste, de la manière la moins équivoque, l'existence de deux sortes d'électricité, qui admettent entr'elles une différence sensible, ou même une espèce d'opposition quant aux effets qu'elles font naître. *Dufay* appelle celle qui s'excite par le frottement du verre, *électricité vitrée;* et *électricité résineuse*, celle que développe le frottement de la resine. La première a reçu ensuite de *Franklin* le nom d'*électricité positive;* et la seconde, celui d'*électricité négative*, pour des raisons que nous ferons connoître, en parlant de la théorie de l'électricité.

Il importe de remarquer 1°. que ces deux électricités marchent toujours ensemble, c'est-à-dire, que deux corps, dont l'un au moins est mauvais conducteur, se constituent toujours, par leur frottement réciproque, dans deux états différens d'électricité.

L'espèce d'électricité qu'acquiert

un corps par le moyen du frottement, dépend quelquefois de légères modifications qu'on fait éprouver à sa surface, quelquefois de la nature du frottoir. *Cavallo* a publié, à ce sujet, un tableau de résultats, qui diffère, par quelques traits, de celui que je vais offrir à mes lecteurs. (*Voy.* le *Traité d'électricité* par *Cavallo*, traduction française, pages 16 et 17).

1°. Le poil de chat vivant acquiert l'électricité vitrée ou positive, frotté avec le verre poli ou dépoli, avec la cire d'Espagne, la cire blanche, en un mot, avec toutes les substances qu'on a éprouvées jusqu'ici.

2°. Le verre poli acquiert toujours par frottement l'électricité vitrée ou positive, excepté avec le poil de chat et avec le mercure.

3°. Le verre dépoli s'électrise vitreusement ou positivement, si l'on emploie pour frottoir la cire blanche, la cire d'Espagne, en un mot, une matière résineuse quelconque; et je regarde comme telle toute substance inflammable et soluble exclusivement dans les huiles, dans l'alcool ou dans l'éther.

4°. Le verre dépoli acquiert l'électricité résineuse ou négative, si on le frotte avec du drap, du papier, la main, le poil de chat, etc.

5°. La cire d'Espagne, frottée avec des disques de cuivre, de zinc, d'argent, etc., isolés, s'électrise résineusement ou négativement.

6°. La soie blanche frottée avec la soie noire, s'électrise vitreusement ou positivement.

7°. Les corps résineux acquièrent toujours l'électricité résineuse ou négative, quel que soit le frottoir employé pour la développer, pourvu que ce ne soit point une substance résineuse; car alors chacun des deux corps frottés prend une électricité différente. Tels sont les résultats auxquels j'ai été conduit par des expériences faites avec exactitude, et souvent répétées, avec d'autant plus de soin, qu'elles contrarient des faits que *Cavallo* a publiés, et que les physiciens se sont transmis ensuite de main en main avec une aveugle confiance.

C'est ainsi que dans les sciences physiques, celles surtout qui, comme l'électricité, présentent une grande masse de phénomènes, il est utile, quelquefois même nécessaire de revenir sur ses pas, de jeter un coup-d'œil sévère sur les phénomènes dont l'origine est reculée, afin d'en confirmer, ou d'en détruire l'existence; en un mot, de soumettre à de nouvelles épreuves des faits obtenus dans un temps où les instrumens qui ont servi à les établir, n'avoient point encore atteint leur limite de perfection.

CHAPITRE II.

De l'électricité par communication.

On n'avoit vu dans les phénomènes électriques que des phénomènes ordinaires, tant que le frottement étoit le seul moyen connu pour les produire; mais à peine l'observation eut appris que des corps conducteurs isolés et plongés dans la sphère d'activité des corps électrisés par frottement, acquièrent, par une singulière influence, la vertu électrique, qu'un vaste champ s'offrit aux regards des physiciens avec l'appareil imposant d'un grand nombre de phénomènes faits également pour exercer la sagacité du savant et pour piquer la curiosité de la multitude.

ART. Ier.

Des attractions et répulsions électriques.

Première expérience. On frotte avec la main un tube de verre au point de l'électriser sensiblement ; on laisse tomber sur ce tube une petite feuille métallique, un duvet, ou tout autre corps léger quelconque ; ce corps est attiré et subitement repoussé par le tube. Si dans ce dernier état de répulsion on le poursuit avec le tube, il s'échappe avec vitesse, suivant une direction quelconque ; mais s'il rencontre sur sa route un autre corps conducteur non électrisé, il se dépouille en sa faveur de son électricité, revient aussitôt au tube et s'en écarte ensuite subitement ; de manière que s'il étoit librement suspendu à un fil de soie entre le tube et le corps étranger dont nous venons de parler, il voltigeroit alternativement de l'un à l'autre.

Deuxième expérience. Suspendez librement au conducteur d'une machine électrique (*voyez* MACHINE ÉLECTRIQUE) une frange de fils tournée sur elle-même en forme de houpe ; du moment que vous électrisez l'appareil, vous voyez tous les fils réunis s'écarter l'un de l'autre à une distance d'autant plus grande, que l'électricité est plus forte.

Troisième expérience. Placez sur une plaque de métal de 135 à 162 millimètres (5 à 6 pouces) de diamètre, des feuilles d'or coupées en parcelles, de manière qu'elles soient présentées à 54 millimètres (2 pouces) au-dessous d'une plaque semblable suspendue au conducteur, et conséquemment électrisée par son intermède, ces petites feuilles d'or sont aussitôt attirées et ensuite subitement repoussées contre celles de dessous, de manière que ces attractions et répulsions alternatives se répètent aussi longtemps que le conducteur reste électrisé.

Pour rendre cette expérience plus agréable, on substitue à ces feuilles d'or de petites figures peintes sur un papier assez épais et découpées suivant les couleurs de la figure. Des figures de cette espèce mises debout sur la plaque inférieure dont il a été question, sont alternativement attirées et repoussées par la plaque supérieure et paroissent danser entre ces deux plaques.

Quatrième expérience. Attachez au conducteur une tige de métal terminée en pointe ; présentez-y l'intérieur d'un verre que vous tenez des deux mains ; posez ensuite sur une table quelques balles de moëlle de sureau, et couvrez-les avec le verre, elles commenceront aussitôt à sautiller contre ses parois intérieures. Ce spectacle est d'assez longue durée.

Cinquième expérience. Suspendez trois timbres sur la longueur d'une tige métallique qui porte vers son milieu un crochet pour qu'on puisse l'attacher au conducteur de la machine électrique. Deux de ces timbres doivent être attachés de part et d'autre à une chaîne de métal, qui descend des extrémités de la tige ; le timbre du milieu est suspendu à des fils de soie, ainsi que deux petits globes de métal situés entre le timbre du milieu et chaque timbre latéral. De l'intérieur du timbre du milieu, descend une chaîne de métal qui doit traîner sur le plancher ou qu'on peut tenir à la main pendant la

durée de l'expérience. Tout étant ainsi disposé, on électrise l'appareil, et sur le champ les deux petits globes de métal sont attirés chacun par le timbre latéral correspondant. Ils le choquent, et après le choc, ils sont subitement repoussés vers le timbre du milieu. Ces mouvemens alternatifs se répètent tant que le conducteur de la machine est électrisé : les timbres sonnent pendant tout ce temps et font une espèce de carillon.

Ces phénomènes d'attractions et répulsions électriques firent imaginer à *Grey* d'imprimer à un corps, à l'aide de l'électricité, un mouvement elliptique et en même temps un mouvement de rotation. Voici la description de l'appareil employé pour cet objet, ainsi que le véritable résultat que donne l'expérience.

Sixième expérience. Suspendez au conducteur de la machine électrique un anneau fait d'un gros fil de laiton et d'environ 324 millimètres (1 pied) de diamètre; établissez au-dessous de cet anneau une plaque circulaire de métal posée sur un guéridon, de manière que vous puissiez l'approcher de l'anneau autant qu'il sera nécessaire, pour que les boules de verre dont il sera question ne puissent passer entre la plaque et l'anneau; posez sur la plaque une boule de verre soufflée et très-mince. Cette boule étant en contact avec l'anneau dans un des points de sa circonférence, si on électrise l'appareil, on voit la boule animée en même temps d'un mouvement de rotation et d'un mouvement circulaire de translation; et si l'expérience se fait dans l'obscurité, la boule paroît lumineuse dans tous ses points où elle touche successivement l'anneau.

Art. II.

Des aigrettes et points lumineux.

De quelque manière qu'on électrise un corps, il est un terme de saturation au-delà duquel il n'est plus possible d'accumuler sur lui le fluide électrique : d'où il résulte que du moment que le conducteur de nos machines est saturé d'électricité, celle que lui fournit le plateau de glace lui est enlevée par les corps ambians et particulièrement par les molécules aqueuses répandues dans l'air qui l'environne. Si l'appareil est bien fait, les conducteurs bien arrondis en tous sens, leur surface bien polie, le fluide électrique surabondant se dissipe, et cette dissipation n'est pas sensible. Le temps est-il très-favorable aux phénomènes électriques? la glace fournit-elle abondamment au conducteur? l'atmosphère est-elle dans un état de grande sécheresse? la dissipation du fluide électrique se manifeste par une espèce de décrépitement en certaines parties du conducteur, mais particulièrement à l'anneau monté à son extrémité; mais la dispersion du fluide électrique n'est jamais plus sensible que lorsque la surface du conducteur est semée d'aspérités; c'est alors qu'on voit la matière électrique s'échapper à travers les parties saillantes, sous la forme d'un cône de lumière qui porte le nom d'*aigrette*.

Première expérience.

Attachez à deux conducteurs une chaîne par ses extrémités, et électrisez fortement les conducteurs. Les aspérités qui se trouvent nécessairement sur la surface de la chaîne, et l'inexactitude de la jonction de ses anneaux of-

frent au fluide électrique dont les conducteurs sont surchargés, des véhicules à travers lesquels son évasion se manifeste. Les aigrettes lumineuses sont très-sensibles dans l'obscurité; on peut les rendre plus belles et plus épanouies en présentant un corps à quelque distance de l'endroit où elles paroissent.

Deuxième expérience.

Vissez à l'extrémité d'un conducteur électrisé une tige métallique terminée par une pointe un peu arrondie, vous en verrez sortir une aigrette lumineuse. Ces sortes d'aigrettes forment une gerbe de feu assez agréable à voir dans l'obscurité. L'effet est le même, si on tient à la main la tige métallique dont il s'agit, tandis qu'on est isolé et qu'on se fait électriser. Si la pointe n'est pas arrondie, au lieu d'une aigrette, on voit à son extrémité un petit point lumineux; et si on approche la main à quelque distance de ce point, on sent l'impression d'un vent frais qui porte une odeur de phosphore.

Troisième expérience.

Présentez la même pointe un peu arrondie, et toujours dans l'obscurité, à quelque distance du conducteur, vous observerez que l'aigrette qu'elle donnoit auparavant se change en un petit point lumineux.

Quatrième expérience.

Isolez une pointe très-fine, ou montez-la à la place de l'anneau du conducteur, afin de l'électriser; posez sur cette pointe faisant l'office de pivot, un fil de métal dont les extrémités sont pointues et courbées en sens opposés; électrisez cet appareil dans l'obscurité, le fil métallique prend un mouvement rétrograde qui fait apercevoir un cercle entier de lumière.

Art. III.

Du pouvoir des pointes.

Première expérience.

Approchez une pointe du conducteur électrisé, il perd tout le fluide électrique qui lui est fourni par le plateau, sans qu'on puisse en tirer une étincelle : d'où il suit que les pointes soutirent le fluide électrique sans bruit et sans explosion.

C'est ce pouvoir qu'ont les pointes de soutirer le fluide électrique sans bruit et sans explosion, qui a donné naissance aux *paratonnerres*. (*Voy.* le mot Paratonnerre).

Deuxième expérience.

Isolez un homme tenant à la main une tige métallique terminée d'un côté par une boule, et de l'autre par une pointe; il ne reçoit point de fluide électrique lorsqu'il présente la boule à quelques décimètres du conducteur; mais il en reçoit assez pour donner des étincelles, s'il présente la pointe à la même distance. Il suit de là que les pointes attirent le fluide électrique de plus loin que les corps arrondis.

Troisième expérience.

Présentez une pointe au conducteur électrisé, vous n'en pouvez tirer aucune étincelle. Les étincelles reparoissent si vous en présentez plusieurs. D'où il résulte que plusieurs pointes se nuisent réciproquement, et ne transmettent pas le fluide électrique avec la même célérité.

Art. IV.

Des étincelles, inflammations et combustions.

Première expérience.

Présentez, à une petite distance d'un conducteur électrisé, la jointure de votre doigt ou un bon conducteur quelconque, vous en tirez des étincelles vives et brillantes. Cet effet n'a point lieu, 1°. si vous présentez de mauvais conducteurs au cylindre métallique; 2°. si les bons conducteurs que vous présentez sont terminés en pointe; 3°. s'ils touchent le conducteur électrisé.

Deuxième expérience.

Isolez un homme tenant à la main une tige de métal qui communique avec le conducteur électrisé; présentez à une partie quelconque de son corps la jointure de votre doigt, vous en tirez des étincelles. Si vous promenez le plat de votre main sur sa tête, ses cheveux se dressent subitement, et offrent une espèce de houppe lumineuse dans l'obscurité.

On peut multiplier les étincelles par une suite de conducteurs peu distans les uns des autres, et dont le dernier communique avec le réservoir commun. La transparence du verre offre ainsi le moyen d'illuminer des figures et d'écrire en caractères de feu.

Troisième expérience.

Collez sur une lame de verre des feuilles d'étain, ayant chacune la forme d'un carré, de manière que leurs angles soient opposés et séparés par un petit espace. La première et la dernière de ces feuilles communiquent avec deux petits globes de métal. On touche l'un d'eux pendant qu'on présente l'autre au conducteur, et l'on voit, surtout dans l'obscurité, une suite d'étincelles qui remplissent les espaces qui séparent les petits carrés.

Quatrième expérience.

Suspendez une boule métallique à une tige qui communique avec le conducteur; présentez sous cette boule un petit vase contenant de l'éther, sur le champ il part de la boule une étincelle qui enflamme le liquide.

On peut produire le même effet de différentes manières; 1°. si un homme isolé approche son doigt de l'éther qui lui est présenté par une personne non isolée; 2°. si l'homme isolé et électrisé tient le vase rempli d'éther, et qu'une personne non isolée en approche la jointure de son doigt.

Cette expérience a le même succès avec de l'alcool, pourvu qu'on prenne la précaution de l'allumer un peu avant de faire l'expérience, ou de faire chauffer le vaisseau qui le renferme.

On peut aussi, à la faveur de l'étincelle électrique, allumer une bougie qu'on vient d'éteindre, si on donne à la mèche le temps de se charbonner.

Art. V.

Des commotions électriques.

Première expérience.

Saisissez d'une main la garniture extérieure d'une bouteille de Leyde (*voyez* Bouteille de Leyde), et présentez son crochet au conducteur électrisé. Si vous touchez ensuite le crochet avec l'autre main, vous éprou-

vez une commotion subite, dont le degré de force et d'activité dépend de la charge de la bouteille et de la sensibilité de la personne qui se soumet à cette épreuve.

Si l'on forme une chaîne d'un nombre quelconque de personnes qui se tiennent par la main, toutes éprouvent la commotion du moment que la première touche, ou au moins communique avec la surface extérieure, pendant que la dernière porte son doigt vers le crochet : d'où il résulte que le fluide électrique, qui fait naître la commotion, se trouve en même temps aux deux extrémités de la chaîne, et conséquemment qu'il est animé d'une vitesse inconcevable. L'expérience suivante rendra cette vérité plus sensible et plus frappante.

Seconde expérience.

Faites passer un fil de fer le long des murs qui terminent l'enceinte d'une grande salle; attachez à ce fil de fer, et à différentes distances, des pistolets de *Volta*, chargés de gaz hydrogène et de gaz oxigène, dans le rapport de 3 à 2. Si une des extrémités du fil communique avec la surface extérieure de la bouteille, pendant qu'on présente son crochet à l'autre extrémité du fil, le mélange des gaz est enflammé sur le champ; toutes les explosions se confondent pour n'en former qu'une seule, et les bouchons des pistolets, lancés avec violence, sont portés dans le même instant vers le milieu de la salle.

On peut charger une bouteille en la tenant par le crochet, et en présentant la garniture extérieure au conducteur électrisé.

Un carreau de verre ou de glace, sur lequel on colle deux feuilles d'étain, une sur chacune de ses surfaces, avec la précaution de laisser à découvert 30 millimètres (15 lignes) de largeur, produit le même effet que la bouteille.

On pose cet appareil, connu sous le nom de *tableau magique*, sur une table; on met sur la table, et au-dessous du verre, une chaîne qu'on laisse pendre par terre pour établir une communication entre la surface inférieure du verre et le réservoir commun; on applique sur la surface supérieure du verre, une tige de métal qui répond au conducteur électrisé. Alors si on touche en même temps la chaîne et la garniture supérieure, ou le conducteur, on éprouve sur le champ une vive commotion.

Troisième expérience.

On prend un grand vase de verre dont les deux surfaces sont garnies d'une lame d'étain, jusqu'à environ 40 millimètres (19 lignes) près des bords. Si on l'environne d'une chaîne qui descende jusqu'à terre et qu'on établisse dans l'intérieur une tige de métal qui communique avec le conducteur électrisé, on éprouve une violente commotion, en servant de communication aux deux surfaces. Pour en éviter le danger, on se sert de l'excitateur, ou l'on prend l'extrémité de la chaîne qu'on présente au conducteur.

La batterie électrique produit les mêmes effets avec une énergie qui augmente en raison du nombre et de la capacité des vases. Le danger des commotions commande, dans ces sortes d'expériences, l'usage de l'excitateur.

Quatrième expérience.

Placez une bouteille chargée der-

rière la porte d'un appartement, de manière que le crochet soit voisin d'un petit levier qui tient au bouton de la clef. Suspendez au crochet qui est sous le fond de la bouteille un fil de fer qui passe en dehors par-dessous la porte, et qu'on accroche à d'autres fils cachés adroitement sous un tapis de paille. Celui qui veut entrer dans la chambre communique avec la surface extérieure de la bouteille par les fils de fer qu'il foule aux pieds sans s'en apercevoir, et avec la surface intérieure par le moyen du levier qui frappe le crochet quand il tourne la clef. Il reçoit une commotion subite, et la peur qui le saisit s'accroît par l'effet de la surprise.

Cinquième expérience.

Isolez une bouteille de Leyde qui communique avec le conducteur électrisé. Enlevez-la à l'aide d'une lame de verre ou d'un mauvais conducteur quelconque. Si vous tentez l'expérience, vous ne recevrez point de commotion ; vous n'en tirerez pas même d'étincelle si l'air est bien sec.

Cette expérience prouve qu'une bouteille ne peut s'électriser que lorsque sa surface extérieure communique avec des corps conducteurs.

Sixième expérience.

Suspendez une bouteille au conducteur et une seconde bouteille au crochet mastiqué au fond de la première; attachez au fond de la seconde bouteille une chaîne qui descend jusqu'à terre. Les deux bouteilles s'électrisent; elles sont propres à exciter la commotion.

Septième expérience.

Chargez deux bouteilles de Leyde que vous placez ensuite à une certaine distance l'une de l'autre. Appliquez la boule de l'excitateur à la garniture extérieure d'une de ces bouteilles, pendant que vous présentez l'autre boule de l'excitateur au crochet ou au bouton de la seconde. Il n'y a point d'étincelle. Elle éclate cependant si, à la faveur d'une chaîne, vous établissez une communication entre les surfaces extérieures des deux bouteilles.

Huitième expérience.

Enveloppez une des boules de l'excitateur avec du coton et de la colophane; déchargez, à l'aide de cet instrument, une bouteille de Leyde : le coton s'enflamme sur-le-champ.

Neuvième expérience.

Faites passer l'étincelle d'un grand vase de verre garni de feuilles d'étain et électrisé, au travers d'un petit cahier de papier qui touche la garniture extérieure du vase ; les feuilles sont subitement percées, et il se répand une odeur de phosphore.

Dixième expérience.

Placez une feuille d'or entre deux glaces renfermées dans une petite presse de bois, de manière que l'une des extrémités de cette feuille soit en contact avec la garniture extérieure de la batterie électrique, et que l'autre communique avec une tige de l'excitateur. L'étincelle réduit l'or en poudre qui s'incruste dans le verre. Cette expérience fournit un moyen de graver une figure découpée; il suffit de la placer entre deux cartes appliquées sur les glaces et de la couvrir de feuilles d'or.

Onzième expérience.

Établissez un fil de fer très-mince entre deux pinces arrondies, de manière que l'extrémité de la première touche la garniture extérieure de la batterie, tandis que l'autre est en contact avec l'une des branches de l'excitateur. Faites passer l'étincelle au travers des pinces. Le fil de fer se fond subitement en petits globules noirs.

Douzième expérience.

Attachez un oiseau sur la tige qui sert de communication entre le conducteur et la surface intérieure de la batterie ; chargez fortement l'appareil ; portez ensuite une des boules de l'excitateur sur la garniture extérieure de la batterie, et l'autre sur la tête de l'animal ; il éprouve sur-le-champ une commotion violente qui lui donne la mort.

ART. VI.

Des phénomènes électriques dans le vide.

L'air est un mauvais conducteur qui, lorsqu'il est bien sec, résiste fortement au passage du fluide électrique. Du moment que l'obstacle est levé, ce fluide se meut avec la plus grande liberté, et donne naissance à des phénomènes bien propres à piquer la curiosité. Un tube de verre bien purgé d'air et terminé par une virole de cuivre arrondie se remplit d'une lumière purpurine du moment qu'on présente la virole du tube au conducteur électrisé pour en tirer des étincelles. Un vaisseau de cristal purgé d'air, et dans lequel pénètre une tige métallique, fait observer un cône de lumière purpurine, dont le sommet tient à la tige de métal, et dont la base s'épanouit vers le fond, lorsqu'on tire une étincelle de la garniture intérieure de ce vaisseau. On peut modifier ces phénomènes en modifiant les appareils, et faire produire au fluide électrique le spectacle intéressant des gerbes de feu, des cascades lumineuses et des feux qui s'entrelacent de différentes manières au moment de leur éruption.

Expérience.

Chargez une bouteille de Leyde par son crochet ; enlevez ce crochet avec un bâton de cire d'Espagne ; placez la bouteille ainsi chargée sous le récipient de la machine pneumatique, et faites le vide ; vous verrez le fluide électrique sortir abondamment du col de la bouteille, et se diviser en plusieurs jets qui se courbent pour se rendre à la surface extérieure de la bouteille. Si vous chargez la bouteille par la panse, et que vous la soumettiez ensuite à la même épreuve, vous verrez le fluide électrique s'élancer de sa surface extérieure par jets qui vont, en se courbant, se précipiter dans le col de la bouteille.

ART. VII.

Des phénomènes électriques relatifs à la végétation et à l'économie animale.

Première expérience.

Prenez deux vases égaux et remplis du même liquide ; électrisez l'un de ces vases ; le liquide qu'il renferme s'évapore plus promptement que celui du vase qui n'est pas électrisé.

Seconde expérience.

Suspendez au conducteur un vase

métallique percé vers son fond de plusieurs orifices, à chacun desquels on a adapté un ajutage capillaire. L'eau dont nous supposons le vase rempli n'en sort qu'avec beaucoup de lenteur tant qu'elle reste dans son état naturel; mais du moment qu'on électrise l'appareil, l'écoulement est plus rapide. On la voit même s'élancer sous la forme de jets divergens à une assez grande distance.

Ces effets attestent que l'électricité accélère l'évaporation des liquides, et favorise leur écoulement dans des tubes capillaires. Ils firent soupçonner à Mimbray que l'électricité seroit favorable à la végétation, en accélérant la circulation des sucs destinés à l'accroissement des végétaux, et des expériences non équivoques ne tardèrent pas à justifier ses soupçons. Il s'aperçut en 1746 que deux myrtes électrisés poussèrent des branches et des bontons plutôt que d'autres plantes de même espèce et de même âge qu'on avoit laissées dans leur état naturel.

Plusieurs physiciens ont fait un grand nombre de semblables expériences, et ont toujours obtenu de semblables résultats. La germination des graines est devenue plus prompte par l'influence de l'électricité. Des oignons de tubéreuses et de jacinthes, placés sur des caraffes pleines d'eau, et électrisés, ont manifesté une végétation plus rapide que dans leur état naturel.

Ces phénomènes firent imaginer à *Nollet* que l'électricité pourroit être appliquée avec avantage à l'économie animale, surtout dans les circonstances où il s'agiroit de rendre le mouvement aux membres paralysés. Les premiers essais de *Nollet* furent sans succès. Quelques médecins d'Italie furent ensuite plus heureux; mais l'enthousiasme et le charlatanisme exagérèrent leurs prétendues guérisons. L'influence de l'électricité réduite à sa juste valeur se borne aujourd'hui à offrir un remède utile pour les rhumatismes, les paralysies et d'autres maladies auxquelles l'engourdissement des parties et la stagnation des humeurs donnent naissance.

CHAPITRE III.

De l'électricité par simple contact.

La découverte de l'électricité par contact est une découverte moderne. *Volta* a reconnu cette singulière propriété dans les métaux hétérogènes, et s'en est servi avec adresse pour expliquer les phénomènes de la pile. (*Voyez* PILE ÉLECTRIQUE.)

Les substances résineuses s'électrisent aussi par leur contact avec tous les corps de la nature. Cette nouvelle propriété repose sur un grand nombre d'expériences que je décrirai avec soin, et dont je garantis l'exactitude. On verra que son existence se montre toujours avec les caractères de la certitude, et accompagnée de phénomènes contraires à des opinions généralement accréditées, qui ont pris naissance dans un temps où l'électrométrie étoit encore dans son berceau.

ART. Ier.

De l'électricité que développe le contact de deux métaux hétérogènes.

Première expérience.

On met en contact immédiat deux

métaux différens, isolés, et n'ayant que la quantité d'électricité qui leur convient dans l'état naturel. Lorsqu'on les retire du contact, ils se trouvent dans des états électriques différens. L'un est doué de l'électricité vitrée ou positive; l'autre jouit de l'électricité résineuse ou négative.

A chaque contact, la différence est insensible; mais lorsqu'on l'accumule dans un condensateur électrique, (*Voyez* le mot CONDENSATEUR) elle devient assez puissante pour faire écarter très-sensiblement l'électromètre. Il importe d'observer que l'action ne s'exerce jamais à distance; elle n'a lieu qu'au contact des différens métaux. Tant que le contact dure, elle subsiste; mais tous les métaux ne la partagent pas également. Dans le contact du zinc avec le cuivre, l'argent, etc., ceux-ci acquièrent l'électricité résineuse ou négative; et le zinc, l'électricité vitrée ou positive.

Seconde expérience.

Après avoir formé une lame métallique avec deux métaux, l'un de zinc, l'autre de cuivre, soudés bout à bout, on prend entre les doigts l'extrémité de la lame qui est de zinc, et l'on touche avec l'autre extrémité, qui est de cuivre, le plateau supérieur du condensateur, qui est aussi de cuivre, celui-ci acquiert l'électricité résineuse ou négative.

Troisième expérience.

Tout étant disposé comme dans l'expérience précédente, on prend entre les doigts l'extrémité cuivre, et l'on touche avec l'autre extrémité, qui est zinc, le plateau supérieur du condensateur, qui est de cuivre. Lorsqu'on détruit le contact, et qu'on enlève le plateau supérieur, il n'a point acquis d'électricité, quoique le plateau inférieur communique avec le réservoir commun.

Quatrième expérience.

On met entre le plateau supérieur du condensateur et l'extrémité zinc, un papier imbibé d'eau pure, ou tout autre conducteur humide; le condensateur acquiert l'électricité vitrée ou positive. Il acquiert l'électricité résineuse ou négative, si l'on touche avec l'extrémité cuivre, le plateau recouvert par le conducteur humide, en tenant entre les doigts l'extrémité zinc.

Parmi les différens condensateurs que *Volta* a imaginés, le condensateur de marbre est celui qui me paroît le plus propre à constater l'existence de l'électricité développée par le contact de deux métaux hétérogènes. (*Voyez* le mot CONDENSATEUR, et l'article suivant qui traite de l'action électromotrice qu'exercent les corps résineux sur les substances métalliques.)

ART. II.

De l'électricité que développe le contact des corps résineux avec les substances métalliques.

Première expérience.

J'ai posé sur un disque de bois recouvert de taffetas enduit d'une couche de résine élastique (1), et de 148

(1) La résine élastique est connue dans le commerce sous le nom de gomme élastique. Cette dénomination est impropre, car cette substance est inflammable, insoluble dans l'eau, et soluble dans l'éther, les huiles et l'alcool; ce qui caractérise les résines.

millimètres de rayon (environ 5 pouces et demi), un disque de cuivre jaune pesant 13 hectogrammes, (environ deux livres et demie), ayant 135 millimètres de rayon (5 pouces), et isolé par un cylindre de verre fixé à son centre. Les deux disques étoient d'abord dans l'état naturel, c'est-à-dire, qu'ils ne donnoient à l'électromètre le plus sensible, aucun signe d'électricité; et toutes les précautions ont été prises pour ne leur faire éprouver aucun frottement dans l'acte de la superposition. Un instant après, j'ai pris le disque de cuivre par son manche de verre, et l'ai porté sur le bouton de l'électromètre de *Bennet*. (*Voyez* ELECTROMÈTRE.) L'écartement des feuilles d'or a été considérable. Alors j'ai présenté au bouton de l'électromètre un bâton de cire d'Espagne électrisé par frottement; la divergence des feuilles a augmenté. Le disque de cuivre jouissoit donc de l'électricité négative ou résineuse.

Seconde expérience.

Pour m'assurer, par l'expérience, que le taffetas résineux avoit acquis l'électricité vitrée ou positive, j'ai placé sur le disque de bois, recouvert de taffetas résineux et isolé, le disque de cuivre, que j'ai retiré quelques instans après du contact. J'ai fait communiquer le taffetas résineux avec l'électromètre, à la faveur d'un long fil d'argent attaché à son bouton par une extrémité, et dont l'autre, tournée en spirale, touchoit différens points du taffetas résineux. Les feuilles d'or se sont considérablement écartées; et leur rapprochement subit, déterminé par la présence d'un bâton de cire d'Espagne frotté, m'a annoncé de la manière la moins équivoque, l'existence de l'électricité positive ou vitrée. Il est inutile d'avertir qu'avant l'expérience, le disque métallique et le disque de bois, recouvert de taffetas résineux, ont été ramenés à l'état naturel.

Troisième expérience.

Au disque de cuivre employé dans les expériences précédentes, j'ai substitué un disque de zinc, pesant 3 hectogrammes (environ 6 onces), de 40 millimètres (environ un pouce et demi) de rayon, et isolé par un cylindre de verre fixé à son centre. J'ai posé ce disque sur le taffetas résineux, en favorisant le contact par une légère pression. Retiré subitement du contact, et présenté à l'électromètre de *Bennet*, l'électricité résineuse ou négative s'est manifestée par une grande divergence des feuilles de l'électromètre.

Quatrième expérience.

La fig. 55, pl. 6, représente deux disques enfilés par le même axe de verre. Le disque inférieur *c* est de cuivre, le supérieur *z* est de zinc. Celui-ci a le même diamètre que le premier, excepté dans les points *a*, *b*, qui présentent une lame de zinc excédente. Ce couple uni par le contact, repose sur du taffetas résineux, de manière que la surface inférieure du disque de cuivre est appliquée sur la résine, et la surface supérieure sur le zinc. Retiré subitement du contact, favorisé par une légère pression, on obtient des signes semblables d'électricité résineuse ou négative, soit qu'on présente au bouton de l'électromètre la surface inférieure du disque de cuivre, soit qu'on lui présente le bord excédent du disque de zinc.

Cette expérience prouve que les corps résineux exercent sur les métaux qu'ils touchent, une action électromotrice beaucoup plus puissante que celle que les métaux en contact exercent les uns sur les autres.

Cinquième expérience.

Deux disques, l'un de zinc, l'autre de cuivre, ayant même poids, et chacun d'eux 40 millimètres (un pouce et demi) de rayon, ont été posés en même temps sur du taffetas résineux, à une distance l'un de l'autre de 80 millimètres (environ 3 pouces). Un instant après, j'ai pris par son manche de verre, le disque de zinc, et l'ai présenté au bouton de l'électromètre de *Coulomb*. Le petit disque de papier doré a parcouru 218 degrés de la graduation, et s'est fixé à 118. J'ai pris ensuite le disque de cuivre, reposant sur le taffetas résineux, et l'ayant porté sur le bouton du même électromètre, le petit disque de papier doré qui avoit été ramené à zéro, et complétement déséléctrisé, a parcouru 220 degrés de la graduation, et s'est fixé à 150.

Sixième expérience.

Un disque d'argent isolé, et ayant 14 millimètres (environ un demi-pouce) de rayon, a aussi acquis, par son contact avec du taffetas résineux, l'électricité résineuse ou négative. Présenté à l'électromètre de *Coulomb*, il a fait parcourir 60 degrés de la graduation au petit disque de papier doré, qui s'est enfin fixé à 48.

Lorsqu'on met du zinc entre cuivre et cuivre, il n'y a pas d'électricité produite. (*Voyez* l'art. 1er., qui traite de l'électricité développée par le contact des métaux hétérogènes.) Le contraire arrive, si l'on met entre cuivre et cuivre, du taffetas résineux.

Septième expérience.

J'ai posé sur un disque de cuivre isolé et reconvert de taffetas résineux, un disque de cuivre semblable au premier, que j'ai retiré presque subitement du contact, par son manche de verre, pour le présenter au bouton de l'électromètre de *Bennet*. L'écartement considérable des feuilles d'or, et leur rapprochement subit, déterminé par la présence d'un cylindre de verre frotté, m'a annoncé l'existence de l'électricité résineuse ou négative.

Ces résultats offrent une différence ou même une espèce d'opposition qui ne doit pourtant point exciter de la surprise. Elle vient de ce que le zinc est bon conducteur; et le taffetas résineux, mauvais conducteur du fluide électrique. Car chaque surface du taffetas résineux placé entre les disques métalliques, agit sur celui qu'elle touche; et cette action électromotrice doit être efficace, par là même que le taffetas résineux est mauvais conducteur. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire attention, qu'en vertu de la faculté non conductrice, les deux surfaces résineuses doivent conserver l'électricité acquise, et conséquemment, qu'elles agissent comme si elles étoient isolées, sans perdre le contact de la substance métallique.

Les expériences que je viens de décrire ont été faites avec du taffetas enduit d'une couche de résine élasti-

que. Je les ai répétées ensuite, en employant les substances résineuses qui suivent :

1°. Ce qu'on appelle vulgairement de la *toile cirée*, et qui n'est autre chose que de la toile enduite d'une couche de résine grossière dissoute dans l'huile.

2°. Du taffetas enduit d'une couche de cire blanche.

3°. Du taffetas enduit d'une couche de ce qu'on vend dans le commerce sous le nom de *résine*.

4°. Du taffetas enduit d'une couche de cire d'Espagne ;

Ces deux dernières substances avoient été préalablement dissoutes par l'alcool.

Le résultat a toujours été le même quant à l'espèce d'électricité, c'est-à-dire, qu'un disque métallique posé sur de la toile cirée, sur du taffetas enduit de cire d'Espagne ou d'une cire quelconque, a acquis l'électricité résineuse ou négative; et conséquemment la substance résineuse employée, a reçu l'électricité positive ou vitrée. L'effet est d'autant plus marqué qu'on favorise davantage le contact par la pression, et que le temps est plus favorable à l'électricité.

Quant à l'intensité d'action électromotrice qu'exercent sur les métaux ces différentes substances résineuses, elle n'est pas la même. Le taffetas enduit de résine élastique, exerce une action plus puissante que la toile appelée communément toile cirée, et celle-ci à son tour agit plus fortement que le taffetas enduit de cire d'Espagne. Soit que cette différence d'effets dépende de la différente qualité des résines, soit que, comme j'ai lieu de le soupçonner, elle ait pour cause la nature du dissolvant.

Art. III.

De l'électricité que développe le contact des corps résineux avec les substances vitreuses et calcaires.

Première expérience.

Un disque de verre bien poli de 14 millimètres (environ un pouce) de rayon, et isolé par un bâton de cire d'Espagne fixé à son centre, a été posé sur du taffetas résineux, et le contact favorisé par la pression; retiré subitement du contact et présenté à l'électromètre de *Coulomb*, le disque de verre a fait parcourir 90 degrés de la graduation au petit disque de papier doré qui, après quelques oscillations, s'est fixé à 56. L'électricité étoit négative ou résineuse.

Un disque d'agathe de 14 millimètres (un demi pouce) de rayon, posé sur du taffetas résineux et présenté ensuite au même électromètre, a fait parcourir 166 degrés de la graduation au petit disque de papier doré qui s'est fixé à 88. L'électricité étoit résineuse ou négative.

Seconde expérience.

Des disques de cristal de roche, de jaspe, de marbre noir, d'albâtre, isolés et d'environ 14 millimètres (un demi pouce) de rayon, ont acquis par le même moyen l'électricité négative, présentés successivement à l'électromètre de *Coulomb*.

Le cristal de roche a fait parcourir 60 degrés de la graduation au petit

disque de papier doré qui s'est fixé à 40.

Le jaspe a fait parcourir 115 degrés de la graduation au petit disque de papier doré qui s'est fixé à 80.

Le marbre noir a fait parcourir 210 degrés de la graduation au petit disque de papier doré qui s'est fixé à 110.

L'albâtre a fait parcourir 196 degrés de la graduation au petit disque de papier doré qui s'est fixé à 82.

Il importe d'avertir que lorsque ces expériences comparatives ont été faites, ainsi que celles qui sont décrites dans l'article précédent, le thermomètre de *Réaumur* (échelle centigrade) marquoit 16 degrés, et l'hygromètre de *Saussure* 85.

Voilà donc un moyen jusqu'ici inconnu d'électriser toujours vitreusement ou positivement les substances résineuses, d'électriser toujours résineusement ou négativement le verre poli, les substances siliceuses, les substances calcaires, les substances métalliques, etc. L'instrument qui sert à cet objet et que je nomme *électromoteur résineux*, se compose d'un disque de bois, d'une ou mieux encore de plusieurs enveloppes de taffetas résineux dont on recouvre sa face supérieure; enfin d'un disque de verre, de métal, d'agathe, de marbre, etc., etc., isolé à la faveur d'un cylindre de cire d'Espagne ou de verre, suivant les circonstances, qu'on fixe au centre de chaque disque. J'ai dit d'une ou mieux encore de plusieurs enveloppes de taffetas résineux, parce que l'expérience m'a appris que la force de l'électricité et la promptitude de son développement augmentent avec le nombre des enveloppes.

Art. IV.

De l'électricité que développe le contact des corps résineux avec les substances animales et végétales.

Première expérience.

Je visse au bouton de l'électromètre de *Bennet* un disque de cuivre bien poli et non verni (*fig.* 56, *pl.* 7); je recouvre ce disque de taffetas dont chaque face est enduite d'une couche de résine élastique, et j'applique ensuite ma main sur le taffetas en favorisant le contact par la pression. Du moment que je retire ma main du contact, les feuilles de l'électromètre s'écartent considérablement, et l'électricité qui se manifeste est vitrée ou positive. Les feuilles d'or étant revenues à leur première position, j'enlève le taffetas qui recouvre le disque de cuivre, les feuilles s'écartent de nouveau; mais alors l'électricité est résineuse ou négative.

Il est visible que dans cette expérience chaque face du taffetas résineux agit, l'une sur ma main, l'autre sur le disque de cuivre. En vertu de cette action électromotrice, les deux faces du taffetas acquièrent l'électricité vitrée ou positive, tandis que le disque de cuivre et ma main reçoivent l'électricité résineuse ou négative. Du moment que je retire ma main du contact, l'électricité vitrée ou positive du taffetas résineux, doit se manifester par la divergence des feuilles de l'électromètre, et par leur rapprochement à l'approche d'un bâton de cire d'Espagne frotté. Si j'enlève ensuite le taffetas qui recouvre le disque de cuivre,

c'est l'électricité du disque qui devient sensible à l'électromètre, et cette électricité est résineuse ou négative. Le résultat sera le même, si à la place de la main on substitue une substance animale quelconque; et le succès de l'expérience sera d'autant plus marqué que l'application des surfaces sera plus parfaite. Ainsi la couverture d'un livre relié ou une peau animale quelconque bien tendue est plus propre à ce genre d'expériences que la main qui, par sa forme, ne se prête pas à multiplier les points de contact.

Seconde expérience.

L'appareil étant le même que dans l'expérience précédente, j'applique sur le taffetas résineux qui recouvre le disque de cuivre, un disque de bois bien poli, en favorisant le contact par une légère pression. Du moment que je retire du contact le disque de bois, les feuilles de l'électromètre s'écartent; l'électricité est vitrée ou positive. Si j'enlève ensuite le taffetas résineux qui recouvre le disque métallique; les feuilles d'or éprouvent une nouvelle divergence; mais l'électricité est résineuse ou négative.

On obtiendra le même résultat, si à la place du disque de bois on substitue un disque de liège ou une substance végétale quelconque.

ART. V,

Où l'on prouve que les phénomènes exposés dans les trois articles précédens sont dus exclusivement au contact des corps employés pour les produire.

Je ne vois que trois causes dont on puisse soupçonner l'influence sur les phénomènes qui nous occupent; savoir: le contact, le frottement et la pression.

Quant au frottement, j'ai déjà dit qu'il ne s'agit dans les expériences que j'ai décrites que d'une simple superposition faite avec toutes les précautions imaginables. D'ailleurs les expériences suivantes démontrent rigoureusement que le frottement n'a contribué en rien au développement de l'électricité.

Première expérience.

Je prends un disque de verre bien poli et isolé; je le pose sur du taffetas résineux en favorisant le contact par la pression. L'électricité qu'il manifeste à l'approche de l'électromètre est résineuse et celle du taffetas est vitrée. Je fais glisser ce même disque ramené à son état naturel, sur la surface du taffetas résineux. Il y a de l'électricité produite, mais le taffetas résineux a acquis l'électricité résineuse, et le disque de verre, l'électricité vitrée; résultat tout à fait contraire à celui que fait naître le contact sans frottement.

Seconde expérience.

Je visse au bouton de l'électromètre de *Bennet* un disque métallique que je recouvre de taffetas enduit de résine élastique. Si j'applique ma main sur le taffetas en facilitant le contact par la pression, du moment que je la retire du contact l'électricité vitrée du taffetas se manifeste de la manière la moins équivoque, comme nous l'avons déjà vu. Mais si, au lieu d'appliquer ma main sur le taffetas, je la fais glisser sur sa surface, du moment que je la retire l'électricité résineuse du taf-

fetas devient sensible à l'électromètre.

On obtient le même résultat si à la place de la main on substitue un disque métallique, un disque de bois ou de liège, en un mot une matière quelconque dont la surface soit polie.

Cette opposition d'effets que présente un disque de verre, de marbre, de métal, etc. suivant qu'on le met seulement en contact avec du taffetas résineux, ou qu'on le fait glisser sur sa surface, semble annoncer une espèce de bizarrerie de la nature qu'il nous sera facile de justifier lorsque nous exposerons la théorie de l'électricité.

Troisième expérience.

Pour apprécier l'influence de la pression sur les phénomènes dont il s'agit, j'ai attaché au cylindre de verre fixé au centre du disque de cuivre qui a servi à la première expérience décrite dans le deuxième article, l'extrémité d'un cordon de soie enveloppant une poulie fixe. A l'autre extrémité étoient suspendus des poids faisant équilibre au disque métallique, tandis que le disque de bois recouvert de taffetas résineux étoit soutenu sous le disque métallique par un tabouret garni de pieds de verre. Tout étant ainsi disposé, j'ai ajouté un petit poids au disque de cuivre; l'équilibre a été rompu, et cette rupture a déterminé son contact avec le taffetas résineux; mais ici la pression a été considérablement diminuée. L'appareil est resté dans cet état pendant deux heures, et après ce temps le disque métallique présenté au bouton de l'électromètre de *Bennet* a produit dans les feuilles d'or une divergence sensible, mais néanmoins incomparablement moindre que celle que fait naître le contact instantané favorisé par la pression.

Il n'est donc pas équivoque que la pression contribue au developpement de l'électricité qui nous occupe, et cela n'a rien qui puisse exciter de la surprise, puisque au moins, jusqu'à une certaine limite, le nombre des points de contact doit augmenter proportionnellement à la pression.

En comparant les différens phénomènes que nous avons décrits, à ceux qui nous ont été transmis par *Volta* relativement à l'électricité développée par le simple contact, on voit les métaux éprouver une action électromotrice de la part du zinc le plus combustible de tous, qui, à son tour, est soumis à celle des substances plus combustibles que lui, telles que les substances résineuses; ce qui semble annoncer que la nature a donné aux corps combustibles plus d'attraction pour le fluide électrique qu'aux autres corps naturels. D'un autre côté nous savons que les substances combustibles réfractent, et conséquemment attirent plus ou moins fortement le fluide lumineux, suivant qu'elles jouissent d'une plus ou moins grande combustibilité. Nous avons donc ici de nouveaux points d'analogie entre le fluide électrique et le fluide lumineux. Ils me paroissent propres à confirmer l'opinion des physiciens qui pensent que le fluide électrique, le calorique, le fluide magnétique, etc. ne sont autre chose que le fluide lumineux différemment modifié, surtout sous le rapport de sa vitesse. Au reste il ne faut jamais perdre de vue, qu'à l'exception du fluide lumineux, tous ces autres fluides n'ont dans l'esprit du physicien qu'une existence hypothétique, et conse-

quemment qu'il ne les place dans la théorie que comme une cause peut-être imaginaire, mais alors équivalente à celle que la nature met en jeu pour produire les phénomènes.

CONCLUSION.

Il suit des faits établis dans les quatre articles précédens,

1°. Que les résines exercent au contact une action électromotrice plus ou moins puissante sur tous les corps de la nature;

2°. Que l'électricité que ce contact développe est toujours l'inverse de celle que fait naître le frottement;

3°. Que pour établir l'existence de l'électricité métallique il est dangereux d'employer des coudensateurs résineux; car l'action puissante de la résine sur le métal pourroit fort bien se combiner avec celle qu'exercent l'un sur l'autre deux métaux hétérogènes, et contribuer ainsi à la production du phénomène. (*Voyez* CONDENSATEUR.

La plupart des expériences décrites dans les quatre derniers articles de ce chapitre étoient renfermées dans un mémoire que j'ai lu, il y a plusieurs mois, à la classe des sciences physiques de l'Institut national; elles ont été répétées et trouvées exactes. J'en ai pour garant le témoignage d'un des membres de la commission que le président de la classe nomma pour en constater l'exactitude. Depuis cette époque j'en ai rendu témoin un grand nombre de savans, soit nationaux, soit étrangers, et le succès n'a jamais été équivoque.

CHAPITRE IV.

De l'électricité que la chaleur développe.

La première substance dans laquelle on a reconnu la propriété de devenir électrique par la chaleur est la tourmaline; c'est une pierre qui cristallise en prismes ordinairement à neuf pans, terminés par des sommets à trois, six, neuf faces ou davantage. Les Hollandais la nomment *aschentreker* (tire-cendres), parce qu'elle attire les cendres quand on l'approche du feu. Linnée l'appelle *lapis electricus*.

Voici les propriétés dont cette pierre jouit relativement à l'électricité.

1°. Tant que cette pierre est à la température ordinaire sans éprouver aucun frottement, elle ne donne aucun signe d'électricité; mais elle devient électrique si on la frotte, ou si sans la frotter on l'expose pendant quelques instans à l'action de la chaleur.

2°. L'électricité ne se manifeste pas dans toute l'étendue de sa surface, mais seulement dans deux points situés aux deux parties opposées du minéral. Ces points s'appellent *pôles électriques*.

3°. Lorsque la tourmaline a été échauffée jusqu'à un certain degré, un de ses sommets jouit de l'électricité vitrée ou positive, tandis que l'autre est animé de l'électricité résineuse ou négative. Elle attire par le premier, et repousse par le second un fil de soie de trois ou quatre lignes de longueur, attaché au bout d'un bâton de cire d'Espagne que l'on a frotté.

4°. Deux tourmalines présentées l'une à l'autre s'attirent par les pôles animés d'électricités contraires, et se repoussent par les pôles qui manifestent la même espèce d'électricité. (*Voyez* pour l'explication de ce phénomène l'article qui traite de la théorie de l'électricité.)

5°. Si l'on casse une tourmaline au moment où elle manifeste son électricité, chaque morceau, quelque petit qu'il soit, a ses deux moitiés dans deux états opposés comme la tourmaline entière. Les aimans présentent un phénomène semblable, qui nous fournira l'explication de celui-ci. (*Voyez* le mot MAGNÉTISME.)

La plupart des propriétés attribuées d'abord exclusivement à la tourmaline ont été reconnues ensuite dans un grand nombre de substances naturelles, parmi lesquelles on distingue les rubis du Brésil, le borate de magnésie, l'oxide de zinc cristallisé, etc. etc. Elles donnent, à l'aide de la chaleur, des signes d'électricité; chacune d'elles a deux pôles, dont l'un est le siège de l'électricité vitrée, et l'autre celui de l'électricité résineuse: en un mot elles manifestent, à quelque différence près, les mêmes phénomènes que la tourmaline.

Pour compléter le tableau des principaux phénomènes électriques il me resteroit à parler de l'électricité que la nature développe dans certains animaux par des moyens qui nous sont encore inconnus. Ce sujet est traité avec le détail convenable dans l'article qui a pour objet *électricité animale*. (*Voyez* ce mot.)

SECONDE SECTION.

Théorie de l'électricité.

Parmi le grand nombre d'hypothèses imaginées jusqu'ici pour expliquer les phénomènes électriques, celles de *Franklin*, d'*OEpinus* et de *Coulomb*, sont les seules qui, dans l'état actuel de nos connoissances, méritent de fixer l'attention du physicien. Je ne parlerai pas avec détail des deux premières; mais j'en dirai assez pour mettre le lecteur à même de les connoître et d'apprécier les motifs qui déterminent la préférence que je donne à l'hypothèse de *Coulomb*.

CHAPITRE Ier.

Tableau abrégé de l'hypothèse de Franklin.

1°. *Franklin* fait dépendre tous les phénomènes électriques de l'action d'un fluide qui a reçu le nom de fluide électrique.

2°. *Franklin* considère le fluide électrique comme un être simple.

3°. Tous les corps de la nature contiennent une certaine quantité de fluide électrique, qui dépend de leur attraction pour ce fluide et de leur capacité pour le contenir. Ils sont alors dans l'état naturel, et ils ne donnent aucun signe d'électricité.

4°. Les corps acquièrent l'électricité positive, en acquérant une surabondance de fluide électrique; ils ont l'électricité négative s'ils perdent une portion de leur fluide naturel.

5°. Les molécules du fluide électrique se repoussent mutuellement à des distances assez considérables, et elles sont attirées par toute autre espèce de matière.

6°. Les corps électrisés sont environnés d'une atmosphère électrique qui a plus ou moins d'étendue.

7°. Le verre est imperméable au fluide électrique, qui ne pénètre jamais son épaisseur. Il n'est aucun moyen d'ajouter à son électricité naturelle, et si l'on veut augmenter la matière électrique d'une de ses surfaces, il faut que l'autre perde la même quantité de son fluide naturel.

C'est de ces principes, presque tous hypothétiques, que les phyciciens attachés à la doctrine de *Franklin*, déduisent de la manière suivante l'explication des phénomènes électriques.

Des corps légers présentés à un conducteur électrisé s'en approchent jusqu'au contact, parce qu'ils cèdent à l'attraction du fluide qui environne le conducteur.

Deux corps doués de l'électricité positive, s'écartent l'un de l'autre parce que leurs atmosphères se repoussent.

Un corps léger électrisé positivement, se précipite sur un corps non électrisé, parce que ce dernier attire son atmosphère qui l'entraîne avec elle.

Deux corps électrisés négativement s'écartent, parce que l'air se condense à leur surface, et que le fluide électrique ne pouvant s'y introduire, forme autour de chacun d'eux, une atmosphère qui les éloigne par sa force répulsive.

Outre que cette condensation de l'air à la surface des corps électrisés négativement, est une supposition purement gratuite, elle est d'ailleurs insuffisante pour expliquer d'une manière plausible le phénomène de répulsion qui nous occupe.

Les phénomènes de la bouteille de *Leyde*, se plient plus facilement à l'hypothèse de *Franklin*.

Lorsqu'on tient d'une main la surface extérieure d'une bouteille, et qu'on présente son crochet au conducteur électrisé, le fluide électrique s'accumule dans sa surface intérieure; et quoiqu'il ne pénètre pas le verre, il agit néanmoins à travers sur le fluide naturel de la surface extérieure, sur lequel il exerce une force répulsive qui détermine l'électricité en moins de cette surface, pourvu qu'elle puisse céder son fluide à quelque corps conducteur : la surface intérieure de la bouteille se trouve donc électrisée positivement, et la surface extérieure négativement; et comme le fluide électrique ainsi que tous les autres fluides, tend toujours à se mettre en équilibre, le fluide qui est en excès dans la surface intérieure, fait effort pour aller remplacer ce qui manque dans la surface extérieure. Il en est empêché par l'air qui, lorsqu'il est bien sec, lui oppose une résistance invincible; mais si on lui fraye une route facile à travers une substance conductrice, il satisfera sa tendance, et l'équilibre se rétablira entre les deux surfaces. C'est pourquoi, lorsque tenant d'une main la garniture extérieure d'une bouteille chargée, on porte le doigt au crochet de la bouteille, on sent une forte et subite commotion. L'étincelle qui se manifeste, a pour cause l'extrême rapidité du mouvement de la matière électrique dans son passage de la surface intérieure de la bouteille à sa surface extérieure. Un esprit tant soit peu exercé fera sans peine, à tous les phénomènes du même ordre, l'application des mêmes principes.

L'hypothèse de *Franklin* est simple et facile à saisir; on ne peut même lui disputer le mérite d'une heureuse fécondité. Il est facheux que quelques phénomènes importans lui résistent depuis l'époque de son origine, et toujours avec la même opiniâtreté. Telle est la répulsion mutuelle de deux corps légers doués de l'électricité négative. Tel est le mouvement d'une aiguille qui tourne dans le même sens, soit qu'on place le pivot qui la soutient sur un conducteur positif, soit qu'il repose sur un conducteur négatif.

OEpinus s'occupa de perfectionner la théorie de *Franklin*, et emprunta, pour y réussir, les secours de l'analyse. Cet instrument précieux entre les mains du physicien, qui sait manier avec la même adresse l'expérience et le calcul, lui servit à décomposer les forces qui se combinent dans la production des phénomènes électriques; et dès-lors la théorie fut dirigée vers son véritable but.

CHAPITRE II.

*Abrégé de l'hypothèse d'*Œpinus.

Premier principe.

Les molécules do fluide électrique se reponssent mutuellement, même à une distance sensible.

Second principe.

Les molécules du fluide électriqoe peuvent être attirées par tous les corps couuus et réciproqoement.

Il suit de là, 1°. que si deux corps A et B, par exemple, supposés dans l'état natorel, sont mis en présence l'nn de l'antre :

1°. La matière propre dn corps A attire le fluide électrique du corps B.

2°. Le fluide du corps A repousse le fluide du corps B.

3°. Le fluide du corps A attire la matière propre dn corps B.

Troisième principe.

L'attraction exercée par la matière propre du corps A sor le fluide du corps B, égale la répulsion mutuelle des deux fluides; car puisque les deux corps sont supposés dans l'état naturel, leurs forces opposées sont en équilibre, et conséquemment égales.

Quatrième principe.

L'attraction exercée par la matière propre du corps A sur le fluide du corps B, égale l'attractiou que le fluide du corps A exerce sur la matière propre du corps B. Exprimons la masse du corps A par M, la quantité de fluide électriqoe dont il est pénétré par Q, la masse du corps B par m, et sa quantité de fluide électrique par q. Les attractions sont comme les forces, et celles-ci sont comme les produits des masses par les vitesses : ces produits sont égaux; car la vitesse du fluide du corps B, produite par l'attraction de la matière propre du corps A, est comme la masse de ce dernier : d'où il suit que la quaotité de mouvement du fluide du corps B est exprimée par sa masse multipliée par celle du corps A, c'est-à-dirc, par Mq. La quantité de mouvement du corps B produite par l'attraction du fluide du corps A, est comme le produit de sa masse par sa vitesse qui est proportionnelle à la masse du fluide du corps A : d'où il suit que la quantité de mouvement du corps B est égale à sa masse multipliée par celle dn fluidc du corps A, c'est-à-dire, à mQ; mais $mQ=Mq$; car la quantité uaturelle du fluide électrique est proportionnelle à la masse : donc $M:m :: Q:q$ donc $Mq=mQ$.

Ici *OEpinus* suppose que la quantité naturelle de fluide électriqoe est proportionnelle à la masse. Cette snpposition n'est pas exacte, 1°. parce qu'il est probable que toutes les parties égales de matière n'attirent pas également le fluide électrique. Nous savons que les molécules des corps combustibles, attirent le fluide lumineux plus fortement qu'il n'est attiré par les molécules égales des corps incombusti-

bles; et déjà plusieurs expériences tendent à prouver que les corps résineux ont pour le fluide électrique plus d'attraction que les autres corps de la nature; 2°. pour que la quantité naturelle de fluide électrique soit proportionnelle à la masse, il ne suffit pas que les molécules égales des différens corps, attirent également le fluide électrique; il faudroit encore que donnée même masse, tous les corps eussent la même capacité pour le fluide électrique, ce qui est contraire à l'analogie.

Il suit des principes ci-dessus établis, que les trois forces dont il s'agit sont égales, et puisque la première est détruite par la seconde à cause de leur opposition, il faut nécessairement trouver quelque part un quatrième force qui soit égale et opposée à la troisième. *OEpinus* ne peut la prendre que dans l'action mutuelle des corps, et se voit ainsi forcé à admettre que, sous le rapport des phénomènes électriques, les molécules de tous les corps se repoussent. Cette conséquence lui parut d'abord contraire aux lois de la gravitation; mais cette apparente absurdité s'évanouit, en réfléchissant que la répulsion mutuelle des molécules des corps n'a lieu, dans son hypothèse, que lorsque les corps sont électrisés, c'est-à-dire, lorsqu'ils sont pénétrés par le fluide électrique qui, comme le calorique, peut bien communiquer aux molécules des corps une force répulsive sans contrarier les lois de la gravitation.

Si nous prenons l'expression analytique de ces quatre forces, en conservant les dénominations adoptées dans le quatrième principe; nous aurons:

1°. L'attraction exercée par la matière propre du corps A sur le fluide du corps B $=Mq$.

2°. La répulsion des deux fluides $=Qq$.

3°. L'attraction exercée par le fluide du corps A sur la matière propre du corps B $=Qm$.

4°. La répulsion des molécules de la matière propre du corps A et du corps B $=Mm$.

Lorsque deux corps supposés dans l'état naturel sont mis en présence l'un de l'autre, toutes ces forces sont en équilibre, et conséquemment la somme des attractions égale celle des répulsions, ou $Mq + Qm = Qq + Mm$.

Il suit de là, 1°. que si le corps A est électrisé positivement, tandis que le corps B conserve son fluide naturel, ils ne s'éloigneront ni ne s'approcheront l'un de l'autre; car dans cette supposition Q augmente: donc, puisque dans l'état naturel des corps

$$Qm = Qq,\ Qm \text{ et } Qq$$

augmentent également, et conséquemment $Mq + Qm = Qq + Mm$, c'est-à-dire que la somme des attractions reste égale à la somme des répulsions.

2°. Si les corps A et B sont tous les deux électrisés positivement, ils doivent se repousser; car lorsque le corps A est électrisé positivement, tandis que le corps B conserve son fluide naturel, nous avons,

$$Mq + Qm = Qq + Mm, \text{ et } Qq > Mq.$$

Mais dans l'hypothèse actuelle où B est aussi électrisé positivement, q augmente: donc Qq augmente dans un plus grand rapport que Mq; donc

$$Mq + Qm < Qq + Mm;$$

donc la somme des répulsions l'em-

porte sur la somme des attractions, donc, etc.

3°. Si le corps A est électrisé positivement, et le corps B négativement, ils doivent s'attirer; car lorsque le corps A est électrisé positivement, tandis que le corps B reste dans son état naturel, nous avons

$$Mq + mQ = Qq + Mm, \text{ et } Qq > Mq;$$

mais puisque le corps B est supposé électrisé négativement, q diminue : donc Qq diminue dans un plus grand rapport que Mq : donc

$$Mq + Qm > Qq + Mm :$$

donc la somme des attractions l'emporte sur la somme des répulsions : donc, etc.

4°. Si le corps A est électrisé négativement, le corps B conservant son état naturel ne s'approche ni ne s'éloigne du premier; car dans cette supposition Q diminue : donc, puisque dans l'état naturel des deux corps

$$Qm = Qq, \; Qm \text{ et } Qq$$

décroissent ici de la même quantité : donc $Mq + Qm = Qq + Mn$: donc la somme des attractions égale la somme des répulsions : donc, etc.

5°. Deux corps A et B électrisés négativement, doivent se repousser; car le corps A étant électrisé négativement, tandis que le corps B reste dans son état naturel, on a

$$Mq + Qm = Qq + Mn, \text{ et } Qq < Mq;$$

mais dans la supposition présente q diminue : donc Mq décroît dans un plus grand rapport que Qq : donc

$$Mq + Qm < Qq + Mm :$$

donc la somme des répulsions surpasse celle des attractions : donc, etc.

Nous ne nous arrêterons pas plus long-temps sur l'hypothèse d'*OEpinus*; nous en avons assez dit pour faire voir qu'elle a sur celle de *Franklin* l'avantage inappréciable d'analyser les forces qui se combinent dans la production des phénomènes électriques. Malheureusement la manière dont *OEpinus* a envisagé ces forces, l'a conduit à des conséquences qui ne nous paroissent pas toutes également admissibles. L'hypothèse des deux fluides imaginée par *Symmer* et perfectionnée par *Coulomb*, ne présente aucun des inconvéniens attachés aux hypothèses précédentes. Elle a d'ailleurs l'avantage d'expliquer avec une égale facilité tous les phénomènes électriques.

CHAPITRE III.

Hypothèse des deux fluides.

Nous considérons avec *Coulomb* le fluide électrique comme composé de deux fluides particuliers qui sont neutralisés l'un par l'autre dans l'état ordinaire des corps, et qui se séparent lorsque les corps sont électrisés. Nous ne regardons pas comme démontrée, l'existence du fluide électrique, et à plus forte raison celle des deux fluides qui entrent dans sa composition; mais peu importe que l'existence de ces deux fluides soit réelle ou seulement hypothétique, pourvu qu'elle conduise à une manière simple et plausible de représenter avec fidélité tous les résultats que donne l'expérience.

Des dénominations quelconques peuvent servir également à désigner ces deux fluides dont la nature nous est inconnue, et qui d'ailleurs ne sont fournis d'une manière spéciale par aucun corps de la nature. Nous appelle-

égaux : donc elles sont égales. On prouveroit de même l'égalité des répulsions : d'où il résulte que deux corps, dans l'état naturel, n'exercent l'un sur l'autre aucune action effective.

Voyons à présent avec quelle facilité les phénomènes les plus compliqués des attractions et répulsions électriques viennent se plier à l'hypothèse des deux fluides.

Supposons d'abord un bon conducteur A de forme sphérique, électrisé en vertu d'une quantité additive de fluide V, qui lui a été transmis, et un autre corps sphérique et bon conducteur B, situé à une petite distance du premier. Le fluide V qui environne A exerce une force répulsive sur le fluide de la même espèce, qui fait partie du fluide naturel de B, et une force attractive sur le fluide R, qui est l'autre élément du même fluide naturel. Ces deux fluides se séparent, ensorte que le fluide R environne la surface de B la plus voisine de A, et son fluide V, la partie de la même surface la plus éloignée de A : donc l'attraction exercée par le fluide V du conducteur sur le fluide R de B, l'emporte sur la répulsion exercée par le fluide V du conducteur sur le fluide V de B, puisque les forces électriques sont en raison inverse du carré de la distance (*Voyez* ATTRACTION ÉLECTRIQUE) : Donc, en vertu de la différence de ces forces, B doit s'approcher de A jusqu'au contact. Alors la quantité additive du fluide V de A, s'unissant avec le fluide R qui environne la surface de B, il résulte de cette union une certaine quantité de fluide naturel qui rentre dans B, et la portion du fluide V qui reste hors de la combinaison, se distribuant dans un certain rapport entre A et B, les deux corps sont électrisés chacun par une quantité additive de fluide V, et conséquemment se repoussent.

Il suit de là, ainsi que des principes d'*OEpinus*, qu'un corps électrisé n'attire à lui un corps non électrisé qu'on lui présente, qu'après l'avoir rendu attirable, en le faisant d'abord sortir de son état naturel.

Il est facile à présent de rendre raison des effets des timbres électriques dont nous avons parlé dans la première section qui renferme le tableau des phénomènes électriques. Chacun des deux timbres latéraux étant électrisé, attire d'abord la petite boule métallique placée dans son voisinage, lui communique une électricité de la même espèce que la sienne, la repousse ensuite vers le timbre du milieu qui, communiquant avec le réservoir commun, la dépouille de cette électricité, et la remet dans son état naturel. Les mêmes effets se répètent ensuite tant que l'appareil est électrisé.

Je crois inutile de multiplier les exemples des attractions et répulsions électriques. Les mêmes principes s'appliquent avec facilité à tous les phénomènes de ce genre, même en supposant que le corps fût chargé d'une quantité additive de fluide R, ou que des deux corps, l'un soit bon conducteur, et l'autre mauvais conducteur; ou enfin que les deux corps soient mauvais conducteurs, et que le fluide naturel de chacun ait été décomposé dans son intérieur.

En traçant le tableau des phénomènes électriques, nous avons vu que les pointes ont le privilège exclusif de soutirer le fluide accumulé sur la surface d'un bon conducteur, de manière à rendre inutiles tous nos efforts pour continuer de le charger.

Pour expliquer ce phénomène, concevons deux aiguilles très-fines, A et B, non isolées, voisines, ayant des directions parallèles, et leur pointe tournée vers un conducteur chargé de fluide V. L'action de ce conducteur tend à attirer vers l'extrémité de chaque aiguille, le fluide R qui s'est dégagé du fluide naturel de cette aiguille, et à repousser en sens contraire le fluide V; mais les deux aiguilles agissent en même temps l'une sur l'autre, de manière que le fluide de la partie antérieure de l'aiguille A attire celui de la partie postérieure de l'aiguille B, et que de même, la partie antérieure de celle-ci exerce une force attractive sur la partie postérieure de l'aiguille A. De plus, la portion du fluide R situé à la pointe de chaque aiguille, agit pour repousser en arrière les molécules du fluide semblable situé dans l'autre aiguille, en dessous de la pointe; et les actions réciproques des aiguilles sont d'autant plus sensibles, qu'elles sont plus rapprochées; 1°. parce qu'elles s'exercent à une moindre distance; 2°. parce qu'elles suivent des directions moins obliques aux surfaces, le long desquelles glissent les molécules: d'où il suit que ces différentes actions balancent en partie l'effet du conducteur chargé de fluide V, pour attirer vers l'extrémité de chaque aiguille le fluide R.

Si au lieu de deux aiguilles, nous en supposons un très-grand nombre, et qu'elles soient rapprochées de manière à ne former qu'un même corps, toutes les surfaces extérieures des aiguilles situées autour du corps, agiront de même les unes sur les autres, pour balancer l'action électrique du conducteur par rapport à chacune d'elles; et à leurs efforts se joindront ceux de tous les points de la surface antérieure qui regarde directement le conducteur: d'où il suit que le fluide R sera beaucoup moins condensé vers l'extrémité du faisceau d'aiguilles, qu'il ne l'eût été vers celle d'une aiguille isolée; et conséquemment, puisque chaque aiguille réagit sur le conducteur dont elle attire l'électricité, la réaction sera beaucoup plus efficace de la part d'une seule aiguille, à l'extrémité de laquelle le fluide R est très-condensé, et dont toute l'activité se dirige vers un même point du conducteur, que de la part d'un faisceau d'aiguilles dont les actions s'entrenuisent, et ne sont point assez rapprochées.

C'est ainsi qu'une aiguille isolée devient capable de déterminer une grande et subite émanation de fluide électrique, qu'elle transmet avec rapidité aux corps environnans. Un corps quelconque, terminé en pointe, exerce une action semblable à celle de l'aiguille isolée, dont nous venons de parler, tandis qu'un corps arrondi représente assez exactement un faisceau d'aiguilles, qui exerce une action beaucoup moindre, pour dépouiller le conducteur de son électricité.

Cependant, l'action du corps arrondi, quoique plus foible que celle de la pointe, attire dans la partie antérieure du conducteur une nouvelle quantité de fluide, qui est maintenue par la résistance de l'air; cette quantité augmente, et en même temps les deux parties par lesquelles les corps se regardent, s'électrisent de plus en plus, à proportion que la distance diminue; et il y a un terme où l'air, cédant à la force attractive qui anime les deux fluides, ceux-ci s'échappent pour s'unir l'un à l'autre, avec une espèce d'explosion accompagnée d'une étin-

celle qui produit une inflammation subite, si elle exerce son activité sur une substance combustible, telle que l'alcool, l'éther, etc.

Nous avons vu, en parlant de l'électricité par contact, qu'un disque de verre poli, de métal, de marbre, etc., isolé et posé sur du taffetas résineux, acquiert l'électricité résineuse ou négative, tandis qu'il reçoit l'électricité vitrée ou positive, lorsqu'on le fait glisser sur la surface du taffetas résineux.

Pour justifier cette apparente bizarrerie de la nature, mettons-nous un instant à la place où elle étoit avant la production du phénomène; et supposons qu'elle ait donné aux substances résineuses plus d'attraction pour le fluide V qu'aux autres substances naturelles. Dans cette hypothèse qui, comme on peut le voir à l'art. 5 du 3me. chap. de la 1re. section, n'est pas dépourvue de vraisemblance; on conçoit qu'une substance résineuse, mise en contact avec du verre, du marbre, etc., doit, en vertu de son attraction supérieure, décomposer le fluide naturel, attirer le fluide V, et repousser le fluide R: d'où il résulte que le contact doit suffire pour constituer la résine dans l'état positif ou vitré, et le verre, dans l'état négatif ou résineux.

A présent, si au lieu de poser simplement le disque de verre ou de métal sur le taffetas résineux, on le fait glisser sur sa surface, le rapport des attractions de la résine et du verre pour le fluide V restant le même, il est hors de doute que le frottement change le rapport des capacités qui se composent de la figure des molécules intégrantes, de leur grosseur, et de la distance qui les sépare. Si donc il arrive que le frottement augmente la capacité du verre ou du métal pour contenir le fluide V, de manière qu'elle soit, après le frottement, à celle de la résine, dans un plus grand rapport que l'attraction de la résine n'est à celle du verre ou du métal, il est clair que, quoique la résine ait pour le fluide V plus d'attraction que le verre, elle doit néanmoins céder au verre une portion de son fluide V, et conséquemment, que le verre doit acquérir, par le frottement, l'électricité vitrée ou positive; et la résine, l'électricité résineuse ou négative.

Passons à présent à l'explication de l'important phénomène de la bouteille de Leyde. (*Voyez* Bouteille de Leyde.)

Lorsque tenant d'une main la surface extérieure d'une bouteille de Leyde, je présente son crochet à un conducteur que je suppose chargé de fluide V, ce fluide se répand sur la surface intérieure de la bouteille, et son action décompose le fluide naturel de la garniture de la surface extérieure; le fluide V, qui en fait partie, est repoussé par le fluide intérieur homogène, s'échappe à travers ma main, et se perd dans les corps environnans, tandis que le fluide R qui s'est dégagé de la combinaison, est enchaîné sur la surface extérieure par l'attraction du fluide intérieur, et agit, à son tour, par une semblable force, pour retenir ce fluide sur la surface intérieure.

Il importe d'observer 1°. que chaque molécule du fluide V qui s'échappe à travers ma main, par la répulsion du fluide accumulé sur la surface intérieure, est attirée en même temps par le fluide R de la surface extérieure, et puisque la force répulsive du fluide intérieur, quoique plus éloigné de la

molécule qui cède à son action, l'emporte sur la force attractive du fluide extérieur, il faut conclure que la quantité de fluide V appliqué sur la surface intérieure, est toujours plus grande que celle du fluide R retenu sur la surface extérieure.

2°. Les molécules du fluide R de la surface extérieure exercent les unes sur les autres une force répulsive qui tend à les éloigner, et cette force est balancée par l'attraction du fluide V de la surface intérieure. Les molécules de ce dernier fluide tendent aussi à s'échapper, en vertu de leur force répulsive, et cette force ne peut céder entièrement à l'attraction du fluide R extérieur, dont la quantité est moindre; il y a donc une portion excédente de fluide intérieur, qui ne peut être retenue que par la résistance de l'air environnant.

A présent, si l'on continue de charger le conducteur, la nouvelle quantité de fluide V qui sera fournie à la surface intérieure de la bouteille, déterminera la sortie d'une nouvelle portion de fluide V de la surface extérieure; mais en même temps l'attraction du fluide R, rendu à l'état de liberté, augmentant à l'égard de chaque molécule, qui tend à s'échapper, exige que la portion excédente du fluide intérieur, qui est employée à compenser la distance, augmente de son côté, et il y aura un point où cet excès n'aura plus que la force nécessaire pour balancer la résistance de l'air. Au-delà de ce terme, si l'on continue de charger le conducteur, toutes les nouvelles portions de fluide qu'il fournit, s'échappent à mesure qu'elles arrivent, et la bouteille est parvenue à son terme de saturation.

Si, tenant toujours d'une main la garniture extérieure de la bouteille ainsi chargée, je porte l'autre main au crochet, une portion du fluide V, accumulé sur la surface intérieure, n'est plus retenue par la résistance de de l'air, elle agit sur le fluide naturel de ma main, le décompose, repousse le fluide V qui résulte de la décomposition, et attire le fluide R, avec lequel il se combine pour former du fluide naturel. Dans le même temps, le fluide R de la surface extérieure, qui n'est plus retenu par la quantité excédente de fluide qui a été enlevée à la surface intérieure, agit sur le fluide naturel de l'autre main, le décompose, repousse le fluide R, et attire le fluide V, qu'il neutralise. Les deux fluides repoussés l'un vers l'autre, se combinent ainsi, puisqu'ils sont hétérogènes, et l'équilibre des forces se rétablit ainsi à l'intérieur et à l'extérieur de la bouteille. Tous ces effets sont produits avec une rapidité et une énergie qui donnent naissance aux commotions violentes et subites qu'éprouvent les personnes soumises à ces sortes d'expériences.

Il est aisé de voir qu'une bouteille de Leyde isolée ne peut point se charger, car alors le fluide V de la surface extérieure ne pouvant s'échapper, reste combiné sur cette surface, avec le fluide R.

On ne décharge pas complétement une bouteille de Leyde en faisant communiquer ses deux surfaces au moyen de l'excitateur. Il faut plusieurs contacts ou bien un seul contact continué pendant quelques instants pour la ramener à son état naturel; et alors il se présente un phénomène piquant qui consiste en ce que l'espèce d'électricité qui anime chaque surface change à chaque contact; de sorte que celle

qui avoit l'électricité vitrée ou positive prend après le contact l'électricité résineuse ou négative, et réciproquement.

Pour expliquer ce phénomène, supposons que la surface intérieure de la bouteille soit électrisée vitreusement ou positivement, et que la surface extérieure soit à l'état résineux ou négatif; le fluide V qui est en excès sur la garniture de la surface intérieure agit sur le fluide naturel du verre; et comme cette substance n'est pas parfaitement dénuée de conductricité, son fluide naturel est décomposé; le fluide V est un peu repoussé dans l'intérieur du verre, et le fluide R est attiré vers la surface. Un effet semblable a lieu à la surface extérieure de la bouteille, avec cette différence que c'est le fluide V qui est attiré vers la surface, tandis que le fluide R reflue un peu dans l'intérieur du verre. Cela posé, si on établit la communication entre la surface intérieure et la surface extérieure de la bouteille, le fluide V et le fluide R qui sont libres sur les deux surfaces se combineront ensemble, formeront du fluide naturel, et la garniture intérieure de la bouteille sera en équilibre avec sa garniture extérieure; mais si un instant s'écoule avant de répéter le contact, le fluide V de la surface intérieure de la bouteille qui se trouve avoir un peu pénétré dans le verre tend à se combiner avec le fluide R qui a été attiré vers la surface; le verre étant peu conducteur, cette combinaison se fait lentement; et pendant ce temps une partie du fluide R se porte sur la garniture de la surface intérieure, parce qu'elle ne lui oppose pas autant d'obstacle: la surface intérieure se trouve donc électrisée résineusement ou négativement. Au contraire, le fluide V du verre de la bouteille ayant été attiré vers la surface extérieure, c'est lui qui passe dans la garniture de cette surface qui se trouve ainsi avoir l'électricité vitrée ou positive. On voit donc que la bouteille est encore chargée d'électricité, et que ses deux surfaces ont échangé leurs électricités.

En raisonnant de la même manière, on prouveroit qu'en établissant la communication des deux surfaces de la bouteille, sa surface intérieure prendroit de nouveau l'électricité vitrée ou positive, et l'autre l'électricité résineuse ou négative, et ainsi de suite jusqu'à ce que la bouteille soit totalement déchargée; ce qui ne tarde pas à avoir lieu, parce que la quantité de fluide naturel du verre, décomposée est très-petite en comparaison de l'électricité qu'avoit d'abord chaque surface de la bouteille. On voit aussi qu'il faut d'autant plus de contacts pour décharger complétement la bouteille, et que l'étincelle produite par chacun d'eux doit être d'autant plus forte, qu'on a chargé plus long-temps la bouteille; car alors il a pu se décomposer plus de fluide naturel du verre.

On peut aussi décharger une bouteille de Leyde isolée, en portant le doigt successivement à ses deux surfaces; de cette manière la charge diminue à chaque contact, et finit par devenir nulle ou du moins inappréciable.

Pour expliquer ce fait, il faut remonter à l'explication de la charge de la bouteille. Supposons que le crochet de la bouteille ait été présenté au conducteur d'une machine électrique ordinaire, l'intérieur se trouvera avoir du fluide V en excès, qui décomposera le fluide naturel de la garniture

de la surface extérieure, reponssera dans le sol son fluide V, et enchaînera sur la surface le fluide R. Mais le fluide V de la surface intérieure agissant à distance sur le fluide R de la surface extérieure ne peut pas détruire la force répulsive d'une masse de fluide R aussi grande que celle dont il détruiroit la force répulsive au contact; il y a donc sur la surface extérieure moins de fluide R qu'il n'en faudroit pour neutraliser le fluide V de la surface intérieure, et par conséquent il n'y en a pas assez pour détruire à distance la force répulsive des molécules du fluide V de la surface intérieure; ainsi, une partie du fluide V n'est retenue que par la résistance qu'opposent à son passage l'air et les corps environnans. Il suit de là que la bouteille étant isolée, si on porte le doigt à son crochet, cette quantité surabondante de fluide V passera dans le réservoir commun, et il ne restera que celui que le fluide R peut y retenir à distance. Mais alors il est clair que le fluide V de la surface intérieure ne peut retenir tout le fluide R de la surface extérieure; donc si l'on porte le doigt à la garniture de la bouteille on lui enlèvera du fluide R; en continuant ainsi, on enlèvera successivement tout le fluide V de la surface intérieure, tout le fluide R de la surface extérieure, et la bouteille sera déchargée.

Il me reste à expliquer, dans l'hypothèse des deux fluides, les effets que font naître quelques instrumens dont je donne ailleurs la description, tels que l'électrophore et le condensateur. (*Voyez* les mots ELECTROPHORE et CONDENSATEUR.)

Après avoir électrisé le gâteau de résine de l'électrophore, en le frappant à plusieurs reprises avec une peau d'animal garnie de poils, on applique le disque garni d'un tube de verre sur la surface de cette résine, et l'on pose un doigt sur le même disque. Le fluide R du gâteau attire à lui le fluide V du disque métallique, lequel ne pouvant passer dans la résine, qui est un très-mauvais conducteur d'électricité, reste sur la surface inférieure du disque. Le fluide R du même disque se trouve repoussé en même temps vers la surface supérieure; et comme il agit de plus près sur le doigt que le fluide V, et que d'ailleurs son action est favorisée par celle du fluide homogène de la résine, il décompose le fluide naturel du doigt, et reprend une portion du fluide V égale à celle qu'il a perdue. Le disque métallique est donc alors à l'état d'électricité vitrée ou positive, en vertu de la portion du fluide V qui est restée hors de la combinaison; et conséquemment si, après avoir retiré le doigt on enlève le disque métallique, et qu'on lui présente un doigt ou un conducteur quelconque, on doit voir une étincelle entre l'un et l'autre.

Le condensateur ne diffère de l'électrophore, qu'en ce que le gâteau de résine s'y trouve remplacé par un plateau de marbre blanc qui est demi-conducteur d'électricité. Concevons que le disque métallique étant placé sur un plateau de marbre blanc, reçoive par communication une petite quantité de fluide V, ce fluide décomposera un peu le fluide naturel du marbre blanc, en repoussant vers le bas le fluide V, et en attirant vers le haut le fluide R. Le marbre agit à son tour sur le disque, en vertu de son fluide R, dont l'action s'exerce de plus près pour y maintenir la petite

portion de fluide V communiquée. Une autre quantité de fluide V arrivant à la suite dans le disque métallique, décomposera une nouvelle portion du fluide naturel renfermé dans le marbre, qui, de son côté, acquerra un nouveau degré de force attractive, et ainsi de suite. D'après cela, il est visible que le marbre laisse une certaine liberté au fluide qu'il contient pour s'y mouvoir, parce qu'il est demi-conducteur. Par la même raison, le fluide du plateau métallique, qu'il attire à lui, est arrêté par la résistance qu'il éprouve à l'endroit du contact, qui se fait d'ailleurs par des surfaces planes, dont la figure se prête moins à l'effet de l'attraction que celle des surfaces curvilignes. Les petites quantités de fluide que reçoit successivement le disque métallique pourront donc s'accumuler sur sa surface, au point que si on lui présente un conducteur, après l'avoir enlevé par son manche de verre, on en tire une étincelle.

Nous avons parcouru les principaux phénomènes électriques, et nous les avons vu tous se plier avec une égale facilité à l'hypothèse des deux fluides; ce qui justifie la préférence que nous lui donnons sur toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici pour expliquer les mêmes phénomènes.

Le reproche qu'on fait à l'hypothèse des deux fluides de contrarier la simplicité de la marche de la nature, est un reproche mal fondé.

Car, 1°. la nature ne nous offre aucun corps qui jouisse de la simplicité absolue. Le fluide qui nous éclaire a-t-il pu, malgré l'extrême ténuité de ses molécules, résister à l'épreuve de l'expérience du prisme? La simplicité du fluide électrique seroit donc une exception que ne partageroit aucun corps de la nature.

2°. Il se combine dans la production des phénomènes électriques différentes forces dont la réalité n'est pas équivoque. Que fait l'hypothèse que nous avons adoptée? Elle donne un support à nos idées, en faisant dépeudre ces forces de deux fluides qui n'ont peut-être qu'une existence imaginaire, mais alors équivalente à la cause qui les fait naître.

Au reste, une expérience bien simple imaginée par *Girault*, et qu'il se propose d'effectuer incessamment, pourra jeter du jour sur la question qui nous occupe. Cette expérience consiste à charger fortement par son crochet une bouteille de Leyde à la faveur d'une machine électrique, dont le plateau est résineux; à mettre dans l'obscurité, sous le récipient d'une bonne machine pneumatique, cette bouteille ainsi chargée, et à faire le vide. Dans l'hypothèse d'un seul fluide, le fluide électrique doit s'élancer de la surface extérieure à la surface intérieure de la bouteille. Dans l'hypothèse des deux fluides, le fluide doit passer de la surface intérieure à la surface extérieure.

CHAPITRE IV.

De la place qu'occupe le fluide électrique dans les corps conducteurs électrisés.

Les corps conducteurs jouissent d'une propriété remarquable, qui consiste en ce que le fluide libre qui les tient à l'état électrique est répandu autour de leur surface, de manière qu'il n'en existe aucune portion sensible dans leur intérieur.

Cette propriété avoit été aperçue par quelques physiciens ; c'est à *Coulomb* que nous devons de l'avoir établie par des expériences décisives, dont il a ensuite confirmé le résultat par le calcul.

Les instrumens qui servent à cet objet sont : 1°. un électromètre de *Coulomb*, dont la sensibilité est telle, qu'une force d'un soixante millième de grain chasse le petit disque de papier doré à 90 degrés (*voyez* ÉLECTROMÈTRE) ; 2°. un bâton de résine laque d'une ligne de diamètre, à l'extremité duquel est fixé un cercle de papier doré d'une ligne et demie de diamètre ; 3°. un corps conducteur quelconque, isolé et percé de plusieurs trous qui ont peu de profondeur. Celui que *Coulomb* employa d'abord étoit un cylindre de bois solide et percé de plusieurs trous de quatre lignes de diamètre sur autant de profondeur.

Première expérience. Après avoir électrisé le cylindre de bois, avec une bouteille de Leyde ou avec le plateau métallique d'un électrophore, on porte à sa surface le petit cercle de papier doré, on le retire ensuite pour le présenter à l'électromètre ; l'aiguille de cet instrument est chassée avec force.

Seconde expérience. Le petit disque de papier doré est porté au fond d'un des trous qu'on a pratiqués dans le cylindre de bois ; on l'en retire avec la précaution de ne pas lui faire toucher les bords du tron. Dans cet état si on le présente à l'électromètre, celui-ci ne donne aucun signe d'électricité.

Ces expériences qu'on peut répéter sur un conducteur quelconque et particulièrement, ainsi que l'a fait *Coulomb*, sur une sphère creuse de métal, percée d'un orifice pour y introduire le bâton de résine laque qui isole le cercle de papier doré ; ces expériences, dis-je, prouvent évidemment que le fluide électrique ne pénètre pas dans l'intérieur des corps conducteurs, mais qu'il se tient entièrement à leur surface. Voici la manière dont *Coulomb* explique ce phénomène.

Ce célèbre physicien a prouvé (*Mémoires de l'Académie*, année 1785) que toutes les fois qu'un fluide renfermé dans un corps où il peut se mouvoir librement, agit par la répulsion de ses molécules, avec une force moindre que l'inverse du cube des distances, telle par exemple que l'inverse de la quatrième puissance ; pour lors l'action de toutes les parties de ce fluide qui sont à une distance finie d'une de ses molécules, s'anéantit relativement à l'action des points de contact. Il suit de là que si un corps étoit rempli d'un pareil fluide, chaque molécule de celui-ci seroit également repoussée de tout côté, et par conséquent ce fluide seroit en équilibre. Mais toutes les fois que l'action répulsive des molécules du fluide est plus grande que l'inverse du cube de la distance ; lorsqu'elle est, par exemple, en raison inverse du carré ; ce qui a lieu pour le fluide électrique (*voyez* ATTRACTION ÉLECTRIQUE) ; alors l'action des masses du fluide, qui sont à une distance finie, ne s'évanouit plus auprès de celle des molécules en contact et l'équilibre ne peut subsister.

Pour rendre sensible cette vérité, soit un corps d'une figure quelconque AaBF (*pl. 7 fig. 7*) rempli de fluide électrique dont la force répulsive agit en raison inverse du carré des distances. Par un point *a* je mène la normale *ab*,

et par son extrémité *b* je mène un plan *de* perpendiculaire à *ab*; ce plan partage le corps en deux parties, l'une infiniment petite *daeb*, l'autre finie *d*AFB*ed*; pour qu'il y eût équilibre, il faudroit que toutes les forces avec lesquelles la partie infiniment petite *dae* agit sur le point *b* étant décomposées suivant *ab*, elles fissent équilibre à l'action résultante selon *ba*, de toute la masse du fluide répandue dans *d* AFB*e*. De l'autre côté du plan *ed* concevons une petite calotte *dce* parfaitement égale à *dae*, il est évident que le fluide contenu dans *dce* exercera sur le point *b* une action égale et contraire à celle du fluide contenu dans *dae*; car la distance *ae* peut, en vertu de la loi de continuité, être prise assez petite pour que la densité électrique soit la même au point *c* qu'au point *a*; donc le fluide contenu dans la partie *d*AFB*ecd* exercera entièrement sa force répulsive sur le point *b*, et conséquemment le fluide électrique ne peut exister en équilibre dans l'intérieur des corps, mais il doit se porter entièrement à leur surface.

Puisque le fluide électrique libre se tient entièrement à la surface des corps conducteurs, il est évident que la densité électrique ne peut être autre chose que la quantité d'électricité accumulée sur une surface donnée, et conséquemment on doit la mesurer en général par la masse électrique divisée par la surface.

Il suit aussi de ce principe que le fluide électrique libre ne pénétrant pas dans l'intérieur des conducteurs, il ne peut y être à l'état de tension, et que c'est improprement que quelques physiciens ont substitué ce dernier mot à celui de densité électrique.

CHAPITRE V.

De la manière dont le fluide électrique se distribue sur la surface des corps conducteurs.

Le fluide électrique ne se répand pas sur la surface des corps par une attraction élective, mais bien d'après leur figure, par la répulsion de ses molécules; de sorte que deux globes égaux de différentes matières étant mis en contact, ils auront après leur séparation la même quantité d'électricité, et à cause de leur égalité en surface leurs densités électriques seront les mêmes.

Voici l'expérience sur laquelle repose cette importante vérité.

Expérience. Coulomb suspendit dans la balance électrique, par un fil de résine laque, un globe de cuivre à la même hauteur que la balle de l'aiguille de cet instrument; de sorte que son centre répondoit au 0 de la graduation; la balle de l'aiguille étoit en contact avec lui, et conséquemment éloignée, de la somme des demi-diamètres des deux boules, du point où la torsion seroit nulle. On électrisa les deux boules; et, après quelques oscillations, l'aiguille s'arrêta à 28 degrés, le micromètre marquant 120 degrés; alors on fit toucher le globe de cuivre par un globe de sureau de même diamètre, isolé au moyen d'un morceau de résine laque; on le retira aussitôt, et l'aiguille se rapprocha du globe de cuivre. Pour la ramener à 28 degrés, on fut obligé de détordre le fil, de manière que le micromètre ne marquoit plus que 44 degrés.

L'aiguille étoit d'abord à 28 degrés, et le micromètre marquoit 120 degrés. La force de torsion étoit donc 148; en second lieu, l'aiguille ayant

toujours la même position, le micromètre ne marquoit plus que 44 degrés; ainsi la force de torsion étoit 72, et comme entre les deux expériences il s'est écoulé une minute, pendant laquelle il se dissipoit ce jour là le 50me. de l'électricité totale, il faut y ajouter 1 degré $\frac{1}{2}$; ce qui donne 73 $\frac{1}{2}$ degrés pour la force totale de torsion qui se trouve à $\frac{1}{2}$ degré ou $\frac{1}{147}$ près, la moitié de la première force de torsion; donc la balle de sureau a pris exactement la moitié de l'électricité de la balle de cuivre.

Coulomb a voulu voir ensuite comment le fluide électrique se distribueroit entre deux globes inégaux; voici quelques-unes de ses expériences:

Seconde expérience. Un globe de cuivre de 6 pouces 3 lignes de circonférence ayant été électrisé, chassoit l'aiguille à 30 degrés avec une force totale de torsion de 145 degrés; on lui présenta un globe de 24 pouces de diamètre; et après l'avoir retiré, on ramena l'aiguille à 30 degrés; le fil n'étoit plus tordu que de 12 degrés.

La quantité d'électricité du petit globe est proportionnelle à l'angle de torsion; elle est donc égale à 12 après le contact, et à 145 auparavant; par conséquent le petit globe a cédé au grand une quantité d'électricité 133, et le rapport des masses électriques des deux globes est $\frac{133}{12} = 11, 1$. Mais les surfaces des deux globes sont comme les carrés de leur circonférence; leur rapport est donc 14,8; ainsi les masses électriques ne croissent pas dans un aussi grand rapport que les surfaces. Pour avoir le rapport des densités électriques des deux globes, il faut diviser le rapport des masses par le rapport des surfaces; la densité du grand globe est donc à celle du petit : : 11, 1 : 14, 8.

Troisième expérience. On a comparé deux globes dont les surfaces étoient comme 3,36 : 1, et on a trouvé par un résultat moyen que le rapport des masses du fluide électrique étoit $\frac{3108}{1130}$, donc le rapport de la densité électrique du grand globe à celle du petit est $\frac{3108}{3,1130} = \frac{1}{1,0}$.

Quatrième expérience. On a voulu comparer deux globes, dont l'un fût très-petit par rapport à l'autre; mais comme en employant la méthode précédente, quelque forte qu'eût été l'électricité du petit globe, elle auroit été peu sensible après le contact du gros globe, voici le moyen dont on s'est servi. On a isolé un globe de 8 pouces de diamètre qu'on vouloit comparer à un autre, dont la surface n'étoit à peu près que la 62me. partie de la sienne. On a présenté le petit globe au plus gros en le tenant isolé, et on l'a porté dans la balance; l'aiguille, qui étoit à 0, a été chassée à 44 degrés avec une force totale de torsion de 244 degrés. On a fait toucher 20 fois le petit globe au gros, en détruisant à chaque fois son électricité, et à la dernière on l'a porté dans la balance; l'aiguille s'est trouvée chassée à 44 degrés, la force totale de torsion étant de 126 degrés.

La force de torsion est proportionnelle à la quantité d'électricité; et comme cette force qui étoit d'abord de 244 degrés n'est plus que de 126, le gros globe a perdu 118 degrés d'électricité dans les 20 contacts; donc dans un contact moyen il aura perdu $\frac{118}{20}$. Mais dans ce contact, la force répulsive mesurée par la balance doit être à peu près moyenne entre celles des deux observations extrêmes, c'est-à-dire, de $\frac{244 \times 126}{2} = 185$; donc le rapport des quantités d'électricité du

gros et du petit globe sera $\frac{185}{\frac{118}{24}} = 31$.

Pendant les 20 contacts la perte de l'électricité occasionnée par l'air environnant étoit de $\frac{1}{8}$ ou $\frac{4}{5}$, mais chaque contact enlevoit $\frac{1}{31,4}$ de l'électricité, on peut donc évaluer cette perte à 4 contacts; ce qui donne en tout 24 contacts entre les deux observations, et conséquemment $\frac{118}{24}$ pour la quantité d'électricité enlevée par le petit globe dans un contact moyen; donc le rapport des quantités d'électricité du gros et du petit globe est $\frac{185}{\frac{118}{24}} = 37,6$; d'ailleurs le rapport des surfaces est 62, donc le rapport des densités sera $\frac{37,6}{62} = \frac{1}{1,648}$.

En appliquant aux données de cette expérience un calcul plus rigoureux, on trouve pour le rapport des densités des deux globes $\frac{1}{1,67}$; ce qui diffère peu du résultat obtenu par approximation.

Quatrième expérience. En comparant de la même manière deux globes dont les surfaces étoient comme 2304 à 1, on a trouvé que le rapport des densités du gros et du petit globe étoit 2 à 1; ce qui est à peu près la limite du rapport de la densité électrique de deux globes séparés après le contact.

On peut d'après ce qui précède former la table suivante :

Rapport des rayons des globes.	*Rapport entre l'étendue des surfaces.*	*Rapport de la densité électrique entre le petit et le gros globe.*
1	1	1
2	4	1,78
4	16	1,30
8	64	1,67
:	:	:
∞	∞	2,00

Cette table indique seulement le rapport des densités électriques après que les deux globes ont été séparés; car nous allons voir que pendant le contact la densité électrique n'est pas uniforme sur chaque globe.

De la distribution du fluide électrique sur différens points de deux globes en contact.

Pour déterminer la densité électrique de différens points des globes, il suffit de porter au premier point un plan de papier doré de 4 ou 5 lignes de diamètre, isolé par un fil de gomme laque. On le présente ensuite à la balance qui marque la force électrique de ce point, on repète la même chose pour chaque point, et la comparaison des résultats donne le rapport des densités électriques.

Lorsque deux globes se touchent, la densité électrique doit être moindre sur chacun d'eux auprès du point de contact, parce que la force répulsive du fluide électrique de l'autre globe est plus grande, comme agissant à une moindre distance. C'est ce que confirme l'expérience. *Coulomb* a trouvé aussi que plus les deux globes sont inégaux, plus la densité varie sur le petit, entre 0 et 180 degrés du point de contact, et qu'elle approche davantage de l'uniformité sur le gros globe. Ainsi, par exemple, ayant mis un globe de 8 pouces en contact avec un globe de 2 pouces, on a trouvé que la densité étoit insensible dans le petit globe depuis le point de contact jusqu'à 30 degrés de ce point; qu'à 45° du contact elle étoit à peu près le quart de celle à 90°; et que depuis 90° jusqu'à 180° elle croissoit dans le rapport de 10 à 14. Dans le globe de 8 pouces, au contraire, la densité étoit nulle jusqu'à 4

ou 5 degrés du point de contact ; elle croissoit ensuite rapidement jusqu'à 30 degrés et paroissoit uniforme depuis ce point jusqu'à 180 degrés.

Lorsqu'on a placé un petit globe entre deux globes égaux, mais plus gros que le premier, il est clair qu'ils doivent prendre tous deux la même densité électrique, puisqu'ils sont dans les mêmes circonstances. Quant au globe du milieu, son fluide électrique est repoussé par celui des deux globes extrêmes ; il doit donc avoir une densité moindre, surtout auprès des points de contact. Si même le globe du milieu étoit assez petit, les deux globes extrêmes devroient le constituer dans un état opposé d'électricité ; le calcul donne le rapport des diamètres des globes pour que cela ait lieu. Cependant *Coulomb* a trouvé par l'expérience, que lorsque le diamètre du petit globe étoit moindre que la sixième partie du diamètre des deux autres, la densité de ce globe étoit nulle ; mais que jamais quelque petit qu'il fût, il ne prenoit une électricité contraire à celle des deux autres globes. Mais lorsque l'on sépare deux globes électrisés, dont l'un est beaucoup plus petit que l'autre, le point du premier qui étoit en contact prend une électricité contraire à celle du système ; il la conserve jusqu'à une certaine distance où elle devient nulle ; et en éloignant encore davantage les globes, ce point prend la même espèce d'électricité que le reste du globe.

Tous ces résultats s'expliquent facilement au moyen de la loi à laquelle sont soumises les attractions et répulsions électriques. (*Voy.* Attraction électrique.) On peut en conclure, ainsi que des expériences précédentes, que le fluide électrique est distribué sur la surface des corps sans former autour d'eux une atmosphère très-étendue.

Distribution du fluide électrique entre plusieurs globes égaux mis en contact.

Coulomb a placé six globes, chacun de 2 pouces de diamètre, de manière que leurs centres fussent sur une même ligne droite, et il a éprouvé avec la balance l'électricité de chacun d'eux. Il a trouvé, en les comparant 2 à 2, que les globes qui sont à la même distance des extrêmes, avoient la même densité électrique, et que cette densité diminuoit en s'éloignant des extrêmes jusqu'au milieu où elle étoit la plus petite. La densité du premier globe étoit à celle du second comme 1,48 : 1, et à celle du troisième comme 1,56 : 1 ; la densité électrique diminue donc d'un tiers du premier globe au second, et seulement d'un quinzième du second au troisième.

Ce phénomène s'explique encore par ces deux principes : 1°. que le fluide électrique ne pénètre point dans les corps ; 2°. qu'il agit en raison inverse du carré des distances.

L'auteur a fait la même expérience sur une file de douze globes, et il a obtenu 1,50 pour le rapport des masses ou des densités électriques du premier et du second globe, et 1,70 pour le rapport des masses électriques du premier et du sixième globe.

Dans une file de vingt-quatre globes le rapport des quantités d'électricité du premier et du second globe étoit 1,56, et celui des quantités d'électricité du premier et du douzième étoit 1,75. On voit donc que quel que soit le nombre des globes, la densité

moyenne du fluide électrique sur chaque globe décroît considérablement du premier au second, et très-peu depuis celui-ci jusqu'au milieu de la file.

Distribution du fluide électrique sur plusieurs globes inégaux.

En mettant deux globes de deux pouces de diamètre en contact avec un globe de huit pouces de diamètre, on a trouvé que la quantité d'électricité du petit globe le plus éloigné du grand, étoit à celle du plus près comme 2,54 : 1.

Quatre globes de deux pouces étant placés à la suite d'un globe de huit pouces, le rapport des quantités d'électricité que prenoient le petit globe le plus éloigné du gros et celui qui en étoit le plus près, se trouva 3,40.

Ayant placé vingt-quatre globes de deux pouces de diamètre à la suite du gros globe, *Coulomb* a comparé le vingt-quatrième petit globe, c'est-à-dire le dernier de la file, avec plusieurs de cette même file; voici quels ont été ses résultats :

L'électricité du vingt-quatrième est à celle du vingt-troisième :: 1,49 : 1,00.

L'électricité du vingt-quatrième est à celle du douzième :: 1,70 : 1,00.

L'électricité du vingt-quatrième est à celle du deuxième :: 2,10 : 1,00.

L'électricité du vingt-quatrième est à celle du premier, qui se trouve en contact avec le gros globe, comme 3,72 : 1,00.

Enfin l'électricité du vingt-quatrième est à celle du gros globe :: 2,16 : 1,00.

Distribution du fluide électrique sur un cylindre et sur une sphère en contact avec des cylindres.

On a isolé un cylindre de deux pouces de diamètre sur trente de longueur et on a opéré de même que pour comparer l'électricité de différens points d'une sphère; voici les résultats :

La densité du milieu du cylindre est à celle de l'extrémité :: 1,00 : 2,30.

La densité du milieu du cylindre est à celle d'un point à deux pouces de l'extrémité :: 1 : 1,25.

La densité au milieu du cylindre est à celle d'un point situé sur la demi-sphère qui termine le cylindre à un pouce de son extrémité :: 1,00 : 1,80.

Il résulte de là que sur les deux derniers pouces, à l'extrémité du cylindre, l'électricité est beaucoup plus grande qu'au milieu du cylindre, mais qu'elle varie peu entre ces deux limites.

On a électrisé un globe isolé de huit pouces de diamètre et on a éprouvé sa force électrique en le faisant toucher par un petit globe isolé qu'on portoit ensuite dans la balance. On a fait toucher ce globe par un cylindre de deux pouces de diamètre et de trente pouces de longueur : après les avoir séparé, on a fait la même épreuve; il en est résulté que la quantité du fluide électrique du globe est à celle du cylindre après le partage comme 66 : 82 ou :: 1,00 : 1,21.

La surface du globe est à celle du cylindre comme 64 : 60; donc la densité du globe est à celle du cylindre comme $\frac{1100}{64}$: $\frac{1321}{60}$ ou :: 1,29 : 1,00.

CHAPITRE VI.

De la nature du fluide électrique.

L'analyse et la synthèse sont les seuls moyens qui puissent nous conduire à connoître la nature des corps, et le fluide électrique s'est refusé jusqu'ici à l'activité de nos efforts, pour le soumettre à ces épreuves. Nous ne pouvons donc offrir dans l'état actuel de nos connoissances, que des conjectures très hasardées sur la nature d'un fluide, dont l'existence même repose sur des preuves qui sont loin d'atteindre cette rigueur et cette sévérité que la physique moderne réclame.

Henley pense que le calorique combiné, le fluide électrique et le feu, ne sont que les différentes modifications d'un seul et même élément. Le premier nous indique son état de repos, le second nous annonce son premier degré d'activité, et le troisième nous le représente dans une violente agitation. Cette opinion est appuyée sur plusieurs expériences que renferme la traduction française du traité d'électricité de *Cavallo*, page 94.

D'autres physiciens soupçonnent que le fluide électrique résulte de la combinaison du fluide lumineux avec le gaz hydrogène; mais aucune expérience exacte n'a encore confirmé ce soupçon.

Bornons-nous à faire voir que le fluide électrique, le calorique et le fluide lumineux, ont des propriétés communes et des propriétés qui les distinguent.

Le fluide électrique embrase les corps et fond les métaux comme le calorique; il se montre comme le fluide lumineux, sous la forme d'aigrettes et de brillantes étincelles; il est répandu partout comme le calorique et le fluide lumineux. On provoque son action par des moyens semblables à ceux qu'on emploie pour exciter celle du calorique. Ces deux fluides se meuvent l'un et l'autre avec plus de facilité dans les métaux et les corps humides, que dans le verre et le bois sec. Ils ont pendant les rigueurs de l'hiver, plus d'activité et d'énergie que pendant les brûlantes ardeurs de l'été.

D'un autre côté, le fluide électrique répand une odeur de soufre ou de phosphore qui n'appartient ni au calorique, ni au fluide lumineux. Le calorique pénètre les grandes masses avec beaucoup de lenteur, et le fluide électrique les parcourt avec une rapidité inconcevable. Des corps échauffés se refroidissent lentement, tandis qu'ils perdent presque subitement leur vertu électrique s'ils communiquent avec de bons conducteurs. Le verre que le fluide lumineux traverse avec facilité, est presque imperméable au fluide électrique. Enfin, les corps échauffés ou lumineux ne partagent point la propriété qu'ont les corps électrisés d'attirer et de repousser des corps légers à une distance sensible.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. Je nomme électricité animale, celle qui se manifeste dans plusieurs animaux, sans qu'on leur fasse éprouver l'influence d'aucun corps électrisé.

On connoît depuis long-temps une espèce de raie qu'on trouve sur les côtes de France, et qui porte le nom de *torpille*, parce qu'elle engourdit la main de celui qui la touche.

Plusieurs autres poissons, tels que le *trembleur du Niger* et l'*anguille de Surinam*, jouissent de la

même propriété. Le pouvoir engourdissant de ce dernier poisson, a même plus d'activité et d'énergie que celui que manifeste la torpille.

Galvani a fait voir que lorsqu'on fait toucher les muscles des jambes aux nerfs cruraux d'une grenouille récemment écorchée, l'animal éprouve une espèce de convulsion. Ce physicien avoit obtenu le même effet en faisant communiquer le nerf au muscle, à la faveur d'une substance musculaire, étrangère à l'animal qui éprouvait la convulsion.

Aldini, neveu de *Galvani*, vient de rappeler l'attention des physiciens sur les expériences de son oncle, qu'il a présentées sous une forme nouvelle.

1°. Il excite de vives contractions, en faisant communiquer le nerf au muscle d'une grenouille écorchée, par une chaîne de plusieurs personnes.

2°. Il prend la tête d'un chien, ou d'un animal quelconque qui vient d'être décapité, et fait toucher les muscles de la grenouille, soit à la moële épinière, soit à des filets nerveux de la tête du chien, d'un côté, et de l'autre, au muscle du trone du chien; il y a contraction soit dans les muscles de la tête du chien, soit dans le tronc.

3°. Par de semblables moyens, il occasionne les mêmes effets à des hommes nouvellement décapités.

A l'époque de la découverte du pouvoir engourdissant de la torpille, quelques physiciens attribuèrent ce phénomène à l'émission d'une infinité de corpuscules qui s'échappoient continuellement de la torpille, mais dont l'émanation étoit plus rapide et plus abondante dans certaines circonstances, et qui, en s'insinuant dans les membres, les engourdissoient, soit parce qu'ils s'y précipitoient en trop grand nombre, soit parce qu'ils y trouvoient des routes peu assorties à leurs figures.

D'autres faisoient consister l'action de la torpille dans un ébranlement particulier qu'elle imprimoit aux nerfs, et d'où résultoit une sensation plus ou moins vive suivant les circonstances.

Schilling avoit cru reconnoître dans l'anguille de Surinam, des effets magnétiques très sensibles, qui, d'après des expériences modernes faites avec soin par des physiciens distingués, sont aujourd'hui regardés comme illusoires.

Bancrost est le premier qui ait soupçonné de l'analogie entre les phénomènes de la torpille et les phénomènes électriques; et les expériences de *Walsh*, membre du parlement d'Angleterre, ont pleinement justifié ce soupçon. Ce physicien fit ranger en cercle un grand nombre de personnes, dont la première communiquait avec la face intérieure; toutes ressentirent la commotion au moment où la dernière toucha avec un excitateur la face supérieure.

En soumettant à l'expérience l'anguille de Surinam, *Walsh* est parvenu à faire voir dans une obscurité profonde, des étincelles entre deux corps métalliques situés à une très petite distance l'un de l'autre, et qui communiquoient avec les corps à travers lesquels se faisoit la décharge électrique.

On soupçonne que les poissons donés de la vertu électrique, l'emploient avec adresse pour transmettre à travers l'eau une secousse imprévue aux poissons d'une espèce différente, dont ils veulent faire leur proie.

Les expériences de *Walsh* parurent décisives en faveur de l'opinion des physiciens qui regardoient les commotions données par les poissons électriques, comme analogues à celles que fait éprouver l'expérience de *Leyde*. Aujourd'hui, *Volta* émet une opinion différente ; il pense que la pile électrique (*Voyez* le mot PILE ÉLECTRIQUE.) doit être le véritable terme de comparaison. Parmi les substances humides dont l'organe de la torpille se compose, les unes suivant *Volta*, sont propres à développer l'électricité par leur contact réciproque, et les autres à la répandre ; de manière que la superposition des diverses couches formées de ces substances, offre de grands traits d'analogie avec celle des métaux et des conducteurs humides, qui se succèdent dans la pile. Ce n'est là sans doute qu'une conjecture qui a besoin d'être appuyée par de nouvelles expériences, fondées sur une détermination précise des substances qui composent l'organe des poissons électriques, et des fonctions qu'elles exercent.

ÉLECTRICITÉ DE L'ATMOSPHÈRE. Les corps que nous soumettons à nos épreuves n'ont pas le privilège exclusif de donner des signes d'électricité. La puissance électrique se manifeste aussi d'une manière très-sensible dans l'air, la pluie, la neige, la grêle et dans les nuages qui voltigent dans le sein de l'atmosphère. Ils reçoivent cette vertu des mains de la nature par des moyens qui nous sont encore inconnus, quoique les expériences de *Lavoisier* et de *Laplace* ne nous permettent pas de douter que les corps passant à l'état de vapeurs dérobent à la terre une portion du fluide électrique qui lui est propre.

L'existence de la vertu électrique dans cette masse fluide qui environne la terre n'a été d'abord qu'un simple soupçon, qui a pris ensuite tous les caractères de la certitude lorsque *Franklin* a conçu le dessein d'élever un appareil électrique jusques dans les régions des nuages, d'arracher ainsi le fluide électrique à l'atmosphère, de le substituer à nos machines, et d'obtenir, sans leur secours, la plupart des effets qu'elles font naître.

Dalibard fut, à ce qu'on croit, le premier qui réalisa cette idée hardie de *Franklin*. Il fit établir auprès de Marly-la-Ville une cabane, au-dessus de laquelle étoit fixée une barre de fer de 13 mètres (environ 40 pieds) de longueur, isolée par le bas. Un nuage orageux ayant passé dans le voisinage de cette barre, elle donna des étincelles à l'approche du doigt, et l'on reconnut tous les effets des conducteurs métalliques que nous électrisons par les procédés ordinaires.

Romas poussa ensuite la hardiesse jusqu'à envoyer vers le nuage orageux un cerf-volant armé d'une barre qui se terminoit en pointe. (*Voyez* le mot CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE.)

Richman, professeur de physique à Pétersbourg, a été victime de son zèle pour l'avancement de la science. Il fut frappé de la foudre à côté de l'appareil même qu'il avoit disposé pour recevoir le fluide qui lui donne naissance.

Ces expériences qu'on ne répète plus aujourd'hui, sans doute à cause du danger qui les accompagne, ont servi, 1°. à démontrer l'analogie qui

existe entre les phénomènes de la foudre et les phénomènes électriques ; 2°. à nous fournir le moyen de garantir nos habitations des explosions du tonnerre, en épuisant, à la faveur d'une verge de fer terminée en pointe, et dressée sur le sommet du bâtiment, le fluide électrique des nuages orageux qui passeroient dans le voisinage. Les instrumens construits d'après cette idée ont reçu le nom de *paratonnerres*. (*Voyez* le mot PARATONNERRES.)

Il arrive quelquefois qu'un homme ou un animal est frappé de la foudre, quoiqu'il se trouve à une grande distance de l'endroit où elle éclate. L'explication de ce phénomène qui a long-temps exercé la sagacité des physiciens, et auquel on a donné le nom de *choc en retour*, nous est fournie par une expérience de *milord Mahon*, combinée avec la théorie que nous avons établie, article *électricité*, seconde section. (*Voyez* le mot CHOC EN RETOUR.)

Il n'est pas équivoque que l'électricité n'influe sur la plupart des météores ignés dont l'atmosphère est le théâtre; mais cette influence n'est pas exclusive. Nous tâcherons de démêler les causes qui se combinent avec le fluide électrique pour produire ces sortes de phénomènes. (*Voyez* les mots TONNERRE, FOUDRE, AURORE BORÉALE, PLUIE D'ORAGE, etc. etc.

Ermann a publié des recherches intéressantes sur l'électricité de l'atmosphère. Se promenant à la campagne il tient à la main l'électromètre de *Bennet*, surmonté d'une tige d'un mètre (environ 3 pieds) de longueur. (*Voyez* le mot ELECTROMÈTRE.) Lorsqu'il l'élève promptement de terre, il observe une forte divergence des feuilles d'or, et l'électricité est positive ou vitrée ; lorsqu'il abaisse l'électromètre avec la même célérité, la divergence des feuilles est aussi considérable; mais l'électricité est résineuse ou négative.

Lorsqu'on élève l'électromètre avec lenteur, il n'y a point d'électricité.

Plus l'air est isolant, moins on a besoin d'élever ou de baisser l'électromètre.

Le mouvement circulaire à une égale distance de la terre ne fait point observer d'électricité. Le mouvement progressif dans un terrain horizontal ne produit pas plus d'effet; mais dès que le terrain monte, même insensiblement, on observe le phénomène, et il est assez extraordinaire qu'on puisse niveler le sol de cette manière.

Les vapeurs qui s'élèvent de la terre donnent toujours une électricité positive ou vitrée; elles ne donnent une électricité négative ou résineuse, que lorsque les corps dont elles proviennent sont isolés. Ce résultat d'*Ermann* est conforme à celui de *Lavoisier*, dont nous avons parlé au commencement de cet article.

La pluie et la neige en tombant, donnent une électricité résineuse ou négative.

Ces résultats portent *Ermann* à penser qu'un corps isolé qu'on éleveroit avec rapidité dans la nacelle d'un ballon, acquerroit une forte électricité positive ou vitrée, et que l'électricité deviendroit négative ou résineuse en descendant.

Si l'on place l'électromètre au voisinage de la surface de la terre, l'électricité est moins sensible.

Deux électromètres situés dans la

même couche d'air, et à une certaine distance, ne donnant aucun signe d'électricité, en manifestent dès qu'on les rapproche l'un de l'autre.

De tous ces faits, *Ermann* conclut que tous les corps, même ceux qui sont en équilibre avec la terre, ont des atmosphères électriques en air libre, d'où résulte une modification dans leur état électrique.

Plusieurs autres physiciens ont fait, à l'aide de l'électromètre, (*Voy.* ce mot) des observations suivies sur l'électricité de l'atmosphère. Voici les résultats que *Cavallo* a obtenus sur cet objet :

1°. Il existe toujours dans l'atmosphère plus ou moins d'électricité.

2°. L'électricité de l'atmosphère ou des brouillards répandus dans l'air est toujours positive ou vitrée, puisque l'électromètre est constamment à l'état résineux ou négatif, excepté les cas où son état est changé par l'influence d'un nuage orageux planant à son zénith.

3°. L'électricité est, en général, dans sa plus grande force par un temps froid; elle n'est jamais plus foible que par un temps chaud et disposé à la pluie.

4°. Toutes choses égales d'ailleurs, l'électricité est aussi forte la nuit que le jour.

5°. L'électricité atmosphérique est plus vigoureuse dans les endroits élevés que dans les régions moins distantes de la surface de la terre.

ÉLECTRICITÉ GALVANIQUE ou GALVANISME. Propriété qu'ont des substances animales mises en contact avec des métaux, d'éprouver une irritation qui se manifeste par des mouvemens très-sensibles.

CHAPITRE Ier.

Origine de l'électricité galvanique.

L'électricité galvanique a tiré son nom de celui de *Galvani*, à qui l'on fait honneur de cette découverte, quoique sa véritable origine remonte à l'anuée 1767, époque à laquelle *Sulzer* publia l'expérience suivante dans un ouvrage qui a pour titre *Théorie générale du plaisir*.

On prend deux lames de différens métaux, tels, par exemple, que le zinc et l'argent; on en place une sur la langue et l'autre en-dessous, de manière qu'elles dépassent le bout de cet organe; on les incline ensuite l'une vers l'autre par leurs extrémités saillantes, jusqu'à ce qu'elles se touchent. Au moment du contact, on éprouve une saveur piquante que *Sulzer* compare à celle que fait naître la présence du sulfate de fer. La sensation qu'on éprouve à la langue, lorsqu'on fait cette expérience, est assez souvent accompagnée d'une espèce de lueur qui semble passer devant les yeux.

A ce fait qui n'eut d'abord aucune suite, en succéda un autre, en 1789, qui fixa l'attention des physiciens et dirigea leur activité vers ce genre de recherches. Un étudiant en médecine, de Bologne, disséquoit une souris vivante, qu'il tenoit d'une main dans une position fixe, lorsqu'ayant touché avec son scalpel le nerf diaphragmatique de l'animal, il éprouva une commotion assez forte pour lui engourdir la main.

Le hasard ne tarda pas à faire naître un phénomène semblable chez *Galvani*, professeur d'anatomie à Bologne. Sur une table où se trouvoit une machine électrique, étoient pla-

cées des grenouilles écorchées. Un élève approcha la pointe d'un scalpel des nerfs cruraux d'un de ces animaux, et à l'instant tous les muscles de la grenouille éprouvèrent de fortes convulsions. Un autre élève crut avoir remarqué que les convulsions avoient eu lieu au moment où l'on tiroit une étincelle du conducteur de la machine. On fit part à *Galvani* de ce qui venoit de se passer. Il répéta l'expérience, tantôt en faisant concourir l'étincelle électrique avec l'application de la pointe du scalpel sur les nerfs de la grenouille, tantôt en employant séparément, soit l'action de la machine, soit celle du scalpel, et il vit que les contractions n'avoient plus lieu dans ce dernier cas et que l'étincelle suffisoit pour les faire reparoître.

Ayant fixé auprès du conducteur d'une machine électrique un fil de métal isolé, *Galvani* le conduisit dans plusieurs pièces de son appartement; et à l'extrémité du fil la plus éloignée de la machine, il accrocha une tige métallique, à laquelle étoit suspendue, par ses nerfs cruraux, une grenouille préparée, de manière que ses pieds étoient en contact avec un corps conducteur. Du moment qu'on tira des étincelles du conducteur de la machine électrique, les contractions eurent lieu dans la grenouille.

Pour savoir jusqu'à quel point l'air pouvoit contribuer à la production du phénomène, *Galvani* suspendit une grenouille préparée à un crochet métallique qui plongeoit dans un récipient de cristal, et plaça cet appareil sur un bain de mercure, au voisinage d'une machine électrique. Lorsqu'on tira des étincelles du conducteur de la machine, les contractions musculaires se manifestèrent comme à l'ordinaire.

Le récipient qui renfermoit la grenouille fut placé sur la platine de la machine pneumatique; on fit le vide, et en tirant des étincelles du conducteur de la machine électrique, on produisit les contractions.

Galvani varia de plusieurs manières ces sortes d'expériences, tantôt avec la bouteille de Leyde, tantôt avec l'électrophère, tantôt à la faveur de l'électricité que manifestent des nuages orageux. Le succès fut et devoit être toujours le même, parce que tous ces moyens sont également propres à mettre en jeu une certaine quantité de fluide électrique.

Les phénomènes qui précèdent ne sont point des phénomènes galvaniques; il est visible qu'ils rentrent dans la classe des phénomènes électriques ordinaires, et nous ne les plaçons ici que parce qu'ils ont servi à préparer la découverte de l'espèce d'électricité qui nous occupe.

Un jour que *Galvani* avoit pris une grenouille par un crochet de cuivre fixé à sa moëlle épinière, il pressa ce crochet contre les barreaux de fer d'une grille de son jardin, et en répétant cette opération, il vit plusieurs fois s'exciter dans la grenouille des contractions qu'il soupçonna être étrangères à l'influence de l'électricité de l'atmosphère. Pour justifier ce soupçon, il transporta dans son cabinet la grenouille pendante à son crochet de cuivre et la plaça sur une plaque de fer : les contractions se renouvelèrent du moment que le crochet de cuivre auquel étoit attachée la grenouille fut pressé contre la plaque de fer. Frappé du phénomène, *Galvani* multiplia les expériences de ce genre, et les résultats qu'il obtint constamment le conduisirent à ramener tous les phéno-

mènes de ce genre à une communication établie entre les muscles et les nerfs d'une grenouille à la faveur d'un arc métallique.

Ici commence l'électricité galvanique ; ici se trouve la véritable origine de cette nouvelle espèce de phénomènes qui fixent l'attention des physiciens modernes et dont le chapitre suivant renfermera le tableau.

CHAPITRE II.

Tableau abrégé des phénomènes galvaniques.

De tous les moyens qui peuvent servir à développer l'électricité galvanique, le plus favorable consiste à faire communiquer deux points de contact, plus ou moins distans entre eux, dans une suite d'organes nerveux ou musculaires. Tout le système de cette communication représente, au moment de l'action, un cercle entier, divisé en deux parties dont les intersections sont aux deux points de contact. Une de ces parties se nomme *arc animal* (*voyez* ARC ANIMAL); l'autre a reçu le nom d'*arc excitateur* (*voyez* ARC EXCITATEUR).

L'arc animal se compose, 1°. d'organes nerveux ou musculaires ; et comme les muscles peuvent toujours être regardés comme plus ou moins pénétrés par les nerfs qui s'y distribuent, l'on avoit conclu que les organes nerveux forment la partie essentielle de l'arc animal. Nous verrons bientôt des expériences bien constatées déposer contre la justesse de cette conclusion.

2°. Parmi les organes musculaires de l'homme et des animaux à sang rouge, le cœur est celui qui conserve le plus long-temps l'excitabilité galvanique. D'après les expériences de *Nysten*, le cœur d'un homme décapité étoit encore sensible à l'action galvanique quatre heures et demi après sa mort et celui d'une grenouille quinze heures après sa mort ; d'où ce physicien conclut que le cœur, cet organe qui donne le premier des signes de vie, est aussi celui qui en donne le dernier. (*Journal de Physique*, frimaire an 11, page 465).

3°. Les organes nerveux ou musculaires n'entrent pas exclusivement dans la formation de l'arc animal *Circaud* a fait voir que la partie fibreuse du sang se contracte avec facilité sous l'influence galvanique ; d'où il conclut que la contraction des muscles, dans de semblables expériences, ne vient point des nerfs qui y sont distribués, puisque la fibrine du sang n'a point de nerf. (*Journal de Physique*, frimaire an 11, page 469).

4°. Toutes les parties de l'arc animal doivent être continues ou contiguës entre elles ; mais la simple contiguité suffit pour donner naissance au galvanisme ; car l'expérience fait voir que la section d'un nerf ou sa ligature n'interrompt point l'arc animal, pourvu que les parties liées ou divisées restent contiguës entre elles.

5°. La diversité des parties qui concourent à la formation de cet arc, soit qu'on les prenne dans différens organes du même individu ou dans des individus différens, n'interrompt point l'intégrité de l'arc, pourvu que les parties dont il est formé conservent leur contiguité.

6°. L'intégrité de l'arc animal, rompue par la division de quelques-unes de ses parties et par un intervalle

qui les sépare, se rétablit par l'interposition de quelques substances non animales, et particulièrement de substances métalliques, pourvu que, dans cette interposition, la continuité de toutes les parties soit constamment maintenue.

7°. Les animaux destinés aux épreuves galvaniques, doivent être dépouillés de leur épiderme, dont la présence diminue l'énergie du galvanisme.

L'arc excitateur se compose ordinairement de trois pièces. Deux d'entr'elles mises en contact avec les parties de l'animal, entre lesquelles on établit la communication, se nomment *supports* ou *armatures*. La troisième qui sert à établir la communication, par sa continuité avec les autres, porte le nom de *communicateur*.

L'expérience donne les résultats suivans, concernant l'*arc excitateur*.

1°. Les substances les plus propres à la formation de cet arc sont celles qui sont bons conducteurs d'électricité galvanique.

2°. Les trois pièces dont se forme l'arc excitateur sont faites ordinairement de métaux différens, et cette disposition paroît être la plus favorable de toutes.

3°. La présence de trois métaux différens n'est point nécessaire à la production des phénomènes galvaniques; car, si l'on donne pour support au muscle d'une grenouille écorchée une pièce d'argent ou d'étain, le nerf restant nu, et qu'on touche avec un communicateur métallique, d'une part le nerf nu, de l'autre la pièce placée sous le muscle, la convulsion a lieu dans le muscle.

4°. L'arc excitateur peut n'être composé que d'un seul métal, et même n'être formé que d'une seule pièce. Pour s'en convaincre, il suffit, suivant *Humbold*, de disposer les parties d'une grenouille écorchée au-dessus d'un bain de mercure bien pur et bien sec, de manière que le nerf libre et la chair musculaire viennent ensemble toucher la surface du mercure. Au moment du double contact, la convulsion se manifeste dans la cuisse. On obtient un effet semblable, en disposant le double contact à la surface d'un seul morceau d'argent, de plomb, etc.

5°. On peut obtenir des contractions musculaires sans le secours d'aucun métal. Ce genre de phénomènes est étranger à l'électricité galvanique. (*Voyez*, à ce sujet, l'article ELECTRICITÉ ANIMALE.)

Les animaux privés de la vie n'ont pas été exclusivement soumis aux épreuves galvaniques. *Humbold* se fit appliquer deux vésicatoires sur le dos : la sérosité qui sortit des ampoules étoit sans couleur; mais du moment que l'une des plaies fut couverte d'une lame d'argent qu'on touchoit avec du zinc, il y eut un nouvel écoulement, accompagné d'une sensation très-douloureuse; l'humeur devint corrosive, et les parties qui en furent arrosées paroissoient avoir été frappées de verges.

On fit communiquer l'autre plaie avec la pièce d'argent, à la faveur d'un compas de zinc. La douleur fut assez vive, et l'on vit les muscles de l'épaule et du cou se contracter alternativement,

On versa sur l'une des armatures quelques gouttes d'une dissolution de potasse; les contractions et la dou-

leur prirent un nouveau degré d'activité.

On peut varier de différentes manières les expériences de ce genre.

Après avoir placé sur un support d'argent une capsule de zinc ou d'étain remplie d'eau, si l'on touche l'argent avec une main bien mouillée, et l'eau avec le bout de la langue, on reçoit l'impression d'une saveur acide.

Si l'on applique une pièce d'argent sur un des yeux, et qu'on la touche avec une tige de zinc, qui communique avec l'autre œil, on reçoit l'impression d'un éclair.

Différentes causes se combinent pour augmenter ou diminuer l'influence galvanique. L'expérience fait voir qu'elle s'excite par l'exercice, s'épuise par la continuité du mouvement, et s'empêche par le repos. L'étincelle électrique rétablit la susceptibilité des animaux épuisés par des épreuves répétées. L'alcool et l'acide muriatique oxigéné sont contraires à la production des phénomènes galvaniques. L'action du galvanisme est nulle sur les animaux suffoqués par la vapeur du charbon ou par le gaz hydrogène sulfuré; elle produit son effet sur les animaux qui ont péri sous le récipient de la machine pneumatique, dans le gaz hydrogène, dans le gaz acide sulfureux, etc., etc.

Tels sont les principaux phénomènes dont se composoit le galvanisme, lorsque le désir d'en connoître la cause donna naissance à des phénomènes bien plus importans, qui vont fixer notre attention.

Galvani regardoit la contraction musculaire comme la partie essentielle des phénomènes galvaniques, et supposoit, pour les expliquer, l'existence d'un fluide particulier, inhérent aux parties animales, qu'il appella *fluide galvanique*.

Volta prétendoit que *l'arc animal*, introduit dans les expériences galvaniques, ne sert qu'à recevoir l'influence, et point du tout à la produire. Il regarde la contraction des muscles comme un effet secondaire, auquel le contact mutuel des deux métaux dont se compose l'arc excitateur donne naissance.

Pour appuyer son opinion, *Volta* a imaginé d'abord un appareil ingénieux, connu sous le nom de *pile électrique* (*voy.* Pile électrique), dont l'invention fera époque dans l'histoire de la science.

La pile électrique est devenue, entre les mains des physiciens, une espèce de nouvelle machine électrique, qui a donné naissance à des phénomènes remarquables.

Première expérience. On prend d'une main une très-petite bouteille de Leyde, et on applique, pendant quelques minutes, son bouton à la surface supérieure ou inférieure de la pile, appliquant en même temps l'autre main à l'autre extrémité; le bouton de la bouteille en contact avec le bout de la pile qui répond au zinc, reçoit la propriété de repousser dans l'électromètre de *Coulomb* (*voy.* le mot Electromètre) le disque chargé d'électricité résineuse ou négative, et d'attirer dans le même électromètre, le disque chargé d'électricité vitrée ou positive.

Si l'on place le même bouton au bout de la pile qui répond à l'argent, il acquiert la propriété de repousser le disque chargé d'électricité vitrée ou positive, et d'attirer le disque

chargé d'électricité résineuse ou négative : d'où il résulte que l'extrémité de la pile qui répond au zinc, communique à la bouteille les propriétés attractives et répulsives, qui caractérisent l'électricité résineuse ou négative, et que l'extrémité qui répond à l'argent, communique à la bouteille les propriétés qui distinguent l'électricité vitrée ou positive.

Seconde expérience. Lorsqu'on touche à la fois les deux extrémités de la pile, avec un même fil de fer, il s'excite, au moment du contact, une espèce d'étincelle composée d'un point lumineux, et d'une gerbe rougeâtre, qui éclate en tout sens autour du point lumineux, comme par déflagration. Ces sortes d'étincelles ont probablement pour cause la combustion des fils; car les métaux oxidables en donnent exclusivement.

Troisième expérience. On mouille les deux mains en entier, et l'on touche du doigt, de part et d'autre, les extrémités de la pile, les cartons qui entrent dans sa structure étant imbibés d'une dissolution de muriate d'ammoniac : au moment du contact, on éprouve une commotion qui s'étend jusqu'au coude. Si la main étoit sèche, la commotion seroit nulle.

Lorsque pour toucher la pile, l'on prend un tube métallique mouillé, et assez gros pour remplir entièrement la main, l'effet augmente d'activité et d'énergie.

Si plusieurs personnes se tenant par la main, la première et la dernière entrent en contact avec les extrémités de la pile, toutes éprouvent à la fois la commotion, lorsque le nombre des personnes est petit, et que toutes les mains sont bien mouillées; mais l'intensité d'action diminuant à mesure qu'on augmente la quantité des intermédiaires, elle cesse d'être sensible, lorsque ces intermédiaires sont portés à un certain nombre que l'expérience fait apprécier. On peut donner à la commotion un nouveau degré d'activité, en isolant les personnes qui forment la chaîne.

A la découverte de la pile, *Volta* en a ajouté une autre plus importante encore, puisqu'elle dévoile le fait principal d'où émanent tous les autres. Elle consiste en ce que le contact immédiat de deux métaux hétérogènes, isolés, et étant dans l'état naturel, les constitue dans deux états électriques différens. (*Voyez* au mot ELECTRICITÉ, le 3eme. chap. de la 1ere. section, qui traite de l'électricité par simple contact.)

CHAPITRE III.

Théorie de l'électricité galvanique.

Parmi le grand nombre de phénomènes dont le galvanisme se compose, quelques-uns rentrent dans la classe des phénomènes ordinaires. Tels sont les contractions qu'éprouve une grenouille nouvellement écorchée, lorsqu'on présente simplement le nerf au muscle, ou qu'on fait communiquer le nerf au muscle à la faveur d'une substance musculaire étrangère à l'animal qui éprouve la contraction. Aussi ces sortes de phénomènes ont-ils trouvé leur place parmi ceux qui composent l'article *électricité animale.* (*Voy.* ce mot.)

Quant aux contractions qu'éprouve une grenouille ou un animal quelconque, et qui, pour être produites, exigent que l'arc excitateur se compose

de deux métaux de différeute natnre, il est visible que c'est le contact des métaux qui détermine le développement de l'électricité, et que l'animal ne sert qu'à en recevoir l'influence et à en manifester l'effet.

Voyons à présent comment *Volta* explique les phénomènes relatifs à l'électricité que développe le contact de deux métaux hétérogènes.

Lorsqu'on tient, dit ce physicien, par son extrémité cuivre, nne lame métallique formée de deux métaux cuivre et zinc, soudés bout à bout, une partie de son fluide électrique passe dans la lame opposée qui est zinc. Mais si ce zinc est en contact immédiat avec le condensateur qui est aussi de cnivre, celui-ci tend à se décharger de son fluide avec une force égale, et le zinc ne peut rien lui transmettre : d'où il résulte, qu'après le contact, il doit se trouver dans l'état naturel. Mais si l'on place un papier mouillé entre le zinc de la lame et le plateau de euivre du condeusateur, la faculté motrice de l'électricité, qui ne subsiste qu'au contact, est détruite entre ces deux métaux. L'eau qui paroît jouir, à un degré très-foible de cette propriété, par rapport aux substances métalliques, ne résiste presque pas au passage du fluide du ziuc au condensateur, et celui-ci peut acquérir l'électricité vitrée ou positive.

Enfin, si l'on touche le condensateur avec l'extrémité de la lame qui est de cuivre, l'interpositiou du papier mouillé dont l'action propre est très-foible, n'empêche pas le plateau métallique de faire passer une partie de son électricité vitrée ou positive dans la lame de zinc : d'où il résulte qu'en détruisant le contact, le condensateur doit se trouver chargé d'électricité résineuse ou négative.

Cette explication est fondée sur l'exercice d'une force motrice qui détermine une partie du fluide électrique du cuivre à passer dans le zinc. Faisons abstraction de cette force qui ne nous est pas encore bien connue, et bornons-nous, comme nous l'avons fait en expliquant les phénomènes de l'électricité ordinaire, au simple énoncé des faits.

J'exprime par l'unité, l'électricité que développe le contact de deux disques isolés, l'un de zinc, l'autre de cuivre. Cette électricité partagée également entr'eux, donne $\frac{1}{2}$ pour la quantité de fluide de chaque disque ; et si, pour distinguer la fraction qui désigne l'électricité négative ou résineuse, nous lui donnons le signe négatif, l'état électrique du zinc sera représenté par $+\frac{1}{2}$ et celui du cuivre par $-\frac{1}{2}$. La différence de ces deux états est 1 ; et cette différence est constante, lors même que, par l'effet de certaines circonstances, les qnantités absolues de fluide varient dans les deux métaux.

Les deux disques étant dans l'état où nous les avons supposés, faisons communiquer le disque de cuivre avec les corps environnans ; ce disque tend aussitôt à reprendre une qnantité de fluide V propre à nentraliser son fluide R : son nouvel état est donc zéro. Mais si le zinc, dont l'état étoit $+\frac{1}{2}$ n'éprouvoit aucun changement, la différence entre les états des deux disques seroit $\frac{1}{2}$; nous avons vu qu'elle doit être égale à l'unité : le zinc doit donc acquérir, aux dépens du sol, une nouvelle quantité de fluide V, égale à celle qu'il avoit déjà ; et alors l'état du cuivre étant toujours zéro, celui du zinc sera l'unité.

Il est visible que si l'on faisoit communiquer le zinc avec les corps environnans, son état deviendroit zéro, et celui du cuivre seroit —1.

A présent si nous séparons les disques à la faveur d'un corps imbibé d'eau, ce liquide étant bon conducteur, sans être électromoteur, il transmet le fluide d'un métal à l'autre, et la répartition se fait comme dans les cas ordinaires.

Nous devons donc distinguer deux cas d'équilibre, l'un au contact, l'autre à distance avec interposition d'une substance humide. Le premier exige une différence d'état égale à une constante entre les métaux hétérogènes; le second exige, toutes choses égales d'ailleurs, que l'état électrique des métaux soit le même.

Cela posé, si tenant par son extrémité cuivre une lame métallique formée de deux métaux, cuivre et zinc, soudés bout à bout, le zinc se trouve en contact immédiat avec le condensateur qui est cuivre, celui-ci ne peut point se charger; car l'état du cuivre que l'on tient à la main est zéro, et l'état du zinc est 1 : mais la différence entre l'état du zinc et celui du condensateur qui est cuivre, doit aussi être 1: donc l'état du condensateur doit être zéro; et conséquemment il ne peut se charger.

Mais si je place une substance humide entre le zinc de la lame métallique et le plateau de cuivre du condensateur, celui-ci acquerra l'électricité vitrée ou positive. Car l'état du cuivre que l'on tient à la main est zéro et l'état du zinc est 1; mais le zinc n'est séparé du plateau cuivre du condensateur que par une substance humide : leur état électrique doit donc être le même; et conséquemment le plateau du condensateur doit se charger d'électricité vitrée ou positive.

Pour expliquer les effets de la pile électrique, supposons-la d'abord isolée et composée d'une seule paire de disques cuivre et zinc. L'état du cuivre est $-\frac{1}{2}$ et celui du zinc $+\frac{1}{2}$. Plaçons maintenant au-dessus du disque supérieur qui est zinc un conducteur humide et posons sur le conducteur humide un disque de cuivre, l'état électrique de ce dernier doit être le même que celui du zinc dont il est séparé par une substance humide, et pour cela il suffiroit que le fluide du zinc qui est $+\frac{1}{2}$ se partageât de manière que l'état du zinc devint $\frac{1}{4}$ et celui du cuivre supérieur $\frac{1}{4}$. Mais l'état du disque de cuivre inférieur étant $-\frac{1}{2}$, il est visible que la différence entre les états des deux premiers disques n'égaleroit pas 1, mais seulement $\frac{3}{4}$: il doit donc s'établir entre les trois disques une nouvelle distribution de fluide, en vertu de laquelle l'état du disque de cuivre inférieur sera $-\frac{3}{4}$, celui du zinc $+\frac{1}{4}$, et celui du cuivre supérieur $+\frac{1}{4}$. Si nous ajoutons un quatrième disque qui sera zinc, il devra avoir une unité de plus que le disque sur lequel il repose; ce qui exige une nouvelle distribution de fluide, de manière que l'on aura — 1 pour le disque de cuivre qui est placé sur l'isoloir, 0 pour le disque suivant qui est zinc, 0 pour le troisième disque qui est cuivre, et 1 pour le quatrième qui est zinc.

Le même raisonnement conduit à déterminer les états électriques des différentes parties d'une pile, quel que soit le nombre des disques dont elle se compose. Les quantités d'électricité vitrée ou positive, et celles d'électricité résineuse ou négative, formeront

deux progressions arithmétiques, dans chacune desquelles la différence entre deux termes consécutifs sera l'unité.

Si le nombre des disques est pair, on obtient l'état du premier, c'est-à-dire, de celui qui touche immédiatement l'isoloir, en divisant le nombre par 4 et en donnant au quotient un signe négatif. Supposons que la pile est composée de 24 disques, l'état du premier est — 6; ce qui donne successivement pour les différentes paires —6—5,—5—4,—4—3,—3—2, —2—1,—1 + 0,0+ 1,1+ 2,2 + 3, 3 + 4,4 + 5,5 + 6. Dans ce cas, la somme des deux progressions est toujours zéro; le disque inférieur qui est cuivre, et le disque supérieur qui est zinc, sont toujours dans deux états égaux et opposés d'électricité; et il en est de même pour deux disques quelconques pris à égale distance des extrémités. De plus, l'action devient nulle, avant le passage de l'électricité résineuse ou négative à l'électricité vitrée ou positive; de manière que les deux disques qui se trouvent au milieu de la pile sont dans l'état naturel.

Lorsque le nombre des disques est impair, on obtient l'état du premier, en ajoutant au quart de ce nombre pris avec le signe négatif, l'unité divisée par quatre fois le même nombre. Supposons que le nombre des disques est de 15; l'état du premier est $-\frac{15}{4} + \frac{1}{60} = -\frac{56}{15}$. Ainsi on aura successivement pour les différens disques $-\frac{56}{15}$, $-\frac{41}{15}$, $-\frac{41}{15}$, $-\frac{26}{15}$, $-\frac{26}{15}$, $-\frac{11}{15}$, $-\frac{11}{15}$, $+\frac{4}{15}$, $+\frac{4}{15}$, $+\frac{19}{15}$, $+\frac{19}{15}$, $+\frac{34}{15}$, $+\frac{34}{15}$, $+\frac{49}{15}$, $+\frac{49}{15}$. Dans tous les cas de ce genre la somme totale est aussi zéro.

Supposons à présent que l'extrémité inférieure de la pile communique avec le réservoir commun, dans cette hypothèse, le premier disque qui est cuivre, et dont l'état étoit $\frac{1}{2}$, lorsque la pile étoit isolée, prend au sol ce qui lui manque de fluide pour passer à l'état naturel, et son état devient zéro. L'état du second disque qui est zinc devient 1; l'état du troisième disque cuivre, qui est séparé du second par un conducteur humide, est 1; l'état du quatrième disque zinc, qui est en contact immédiat avec le troisième, devient 2; l'état du cinquième disque cuivre séparé du précédent par une substance humide, est 2; l'état du sixième, qui est zinc, devient 3, etc. Ainsi, on aura successivement pour les différens disques dont une pile non isolée se compose, 0, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, etc.; d'où il suit que les états de chaque espèce de métal forment une progression arithmétique dont le premier terme est zéro pour le cuivre, et l'unité pour le zinc, et dans laquelle la différence entre deux termes consécutifs est toujours l'unité.

D'après ce que nous avons dit jusqu'ici, il est visible, 1°. que les accroissemens de densité électrique, qui ont lieu successivement dans les différens disques, en allant du milieu vers les extrémités dans une pile isolée, et de la base au sommet dans une pile non isolée, dépendent de la conductricité de la substance humide qui sépare chaque couple de disques; car si une pile non isolée étoit uniquement composée de disques de cuivre et de zinc, en commençant par le premier, les états électriques de ses divers élémens seroient représentés par cette suite, 0 + 1, 0 + 1, etc.; et dans le cas de l'isolement de

la pile, la série deviendroit $-\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$, etc.

2°. Plus la substance humide qui sépare les couples est bon conducteur, plus la pile doit avoir de vertu et d'énergie; de là vient que l'eau pure est moins propre que l'eau qui tient en dissolution une substance saline, au développement de l'électricité.

Comparons à présent la pile isolée avec celle qui ne l'est pas, relativement à leurs effets pour charger le condensateur; si l'on fait communiquer le sommet d'une pile isolée avec le plateau de cuivre du condensateur, celui-ci prendra à la pile une portion de son électricité, et déterminera ainsi une variation dans les quantités de fluide des différens disques, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. Mais il est visible que l'isolement de la pile limite la charge du condensateur. Au contraire, si la pile communique par sa base avec les corps environnans, elle reprend au sol autant de fluide qu'elle en cède au condensateur; de manière que la densité électrique du disque supérieur reste la même, tandis que le condensateur reçoit successivement une quantité de fluide proportionnelle à sa capacité et à son pouvoir condensant: d'où il suit que la charge du condensateur doit être plus forte, toutes choses égales d'ailleurs, lorsque la pile n'est pas isolée que dans le cas de l'isolement.

Van-Marum a observé qu'une pile isolée produit des effets plus sensibles qu'une pile non isolée, et que, dans le premier cas, les commotions en particulier étoient très-fortes. (*Annales de Chimie*, 30 *frimaire an* 10, *pag.* 305.)

Pour sentir la raison de cette différence, considérons la pile tantôt isolée, et tantôt non isolée. Dans le second cas, lorsque touchant d'une main le disque supérieur de la pile, on porte l'autre main au disque inférieur, elle se décharge par le sommet, du fluide surabondant de ses différens disques; mais en même temps elle répare ses pertes aux dépens du sol, et il s'établit un courant électrique non interrompu, qui se partage entre le sol et les organes, et qui excite dans ceux-ci une impression plus ou moins vive, suivant les circonstances.

Dans l'hypothèse de l'isolement de la pile, sa moitié supérieure est à l'état vitré ou positif, et sa moitié inférieure à l'état résineux ou négatif. Celle-ci reprend aux dépens des organes le fluide V qui lui manque pour la faire repasser au même état que quand elle n'étoit pas isolée; et alors la circulation s'établit à travers les organes comme dans le cas où la pile n'étoit pas isolée; mais comme les organes sont des conducteurs moins parfaits que le sol, il s'ensuit qu'une pile isolée se recharge moins rapidement que lorsqu'elle n'est pas isolée; et sous ce rapport la commotion doit être moins vive. Mais d'un autre côté le mouvement du fluide est plus rapide dans le premier instant, lorsque la pile est isolée. D'ailleurs, l'action de la décharge est plus concentrée, puisque son effet ne se partage pas entre le sol et les organes, comme dans la pile non isolée.

En établissant la loi relative aux divers états des disques qui se succèdent dans la pile électrique, nous avons supposé, 1°. que l'eau est un conducteur parfait; ce qui n'est pas exact, même lorsque ce liquide tient des substances salines en dissolution;

2°. que l'eau ne jouit absolument d'aucune faculté électromotrice lorsqu'elle est en contact avec des substances métalliques; ce qui ne paroît point probable. Il faut donc tenter de nouvelles expériences qui nous mettent à même d'apprécier avec exactitude l'influence de l'eau et des substances salines sur les phénomènes de la pile. Les résultats qu'on obtiendra feront sans doute éprouver à la loi que nous avons exposée quelques modifications qui la rapprocheront de la loi de la nature.

CHAPITRE IV.

Influence de l'électricité galvanique sur des phénomènes chimiques.

Expérience.

Dans un tube rempli d'eau, et bouché hermétiquement, on plonge de part et d'autre des fils du même métal; et après les avoir fixés à une distance de 12 millimètres (environ cinq lignes), on les met en contact chacun avec une des extrémités de la pile. Celui qui est en contact avec l'extrémité de la pile, qui répond au zinc dans chaque étage, se couvre de bulles de gaz hydrogène, tandis que celui qui touche l'extrémité qui répond à l'argent, s'oxide s'il est oxidable, ou se couvre de bulles de gaz oxigène s'il ne l'est pas. Ces effets sont d'autant moins sensibles, que le diamètre du tube est plus petit, d'après une observation de *Gantherot*, que plusieurs physiciens ont constatée.

On a d'abord regardé ces gaz comme résultant de la décomposition de l'eau; mais une circonstance particulière a bientôt fait naître quelques doutes sur cette explication.

Le dégagement n'a lieu que lorsque les extrémités des fils sont séparées par un certain intervalle. Comment l'oxigène et l'hydrogène provenus de la même molécule d'eau, paroissent-ils à des points éloignés? Et s'ils proviennent de deux molécules différentes, que devient l'hydrogène à l'endroit où l'on n'aperçoit que de l'oxigène? et que devient l'oxigine à l'endroit où l'on ne voit que de l'hydrogène?

En attendant que l'expérience nous fournisse une réponse décisive à ces différentes questions, il me paroît qu'on peut expliquer, avec *Bertholet*, ce dégagement isolé de chacun des élémens de l'eau; d'une part, en supposant à l'électricité vitrée ou positive la propriété d'être plus favorable au dégagement de l'oxigène, tandis que l'électricité résineuse ou négative dégage de préférence l'hydrogène; d'autre part, par la propriété qu'a l'eau de recevoir, ainsi que toutes les combinaisons connues, des proportions différentes des substances qui la composent, lorsque les forces qui produisent sa composition se trouvent contrariées par d'autres forces. (*Voy. la Statique chimique de Bertholet, 1re. vol., pag. 216.*)

Nicolson a observé que dans l'expérience que nous venons de rapporter il se forme toujours un peu d'acide nitrique du côté de l'argent, et d'ammoniaque du côté du zinc. Cela vient probablement de ce que l'eau la plus pure contient toujours un peu d'azote, qui, dans le premier cas, se combine avec de l'oxigène, et dans le second avec de l'hydrogène.

Tandis que *Volta* ramenoit les phénomènes galvaniques à celui que présente le développement de l'élec-

tricité par le simple contact de deux métaux, *Wollaston* opéroit la décomposition de l'eau avec nos appareils ordinaires, et établissoit ainsi par des moyens différens de ceux que *Volta* mettoit en usage, l'identité des fluides qui animent la pile de *Volta* et nos machines électriques.

Ce physicien a opéré cette décomposition en employant un fil d'or extrêmement atténué, qui est devenu le moyen de communication de l'électricité au travers de l'eau; et il en est résulté que le simple courant de l'électricité a fait paroître une série de petites bulles à l'extrémité du fil d'or, quoique l'autre extrémité par laquelle le fil communiquoit avec le conducteur positif ou négatif de la machine, fût en contact parfait avec le conducteur.

Pour donner au fil d'or une extrême ténuité, *Wollaston* a introduit dans un tube capillaire, une solution d'or dans l'acide nitro-muriatique; l'acide s'est évaporé à l'aide de la chaleur, et il est resté une couche d'or très mince qui garnissoit l'intérieur du tube, et qui, lorsqu'on échauffa celui-ci jusqu'à l'amollir, devint un fil d'or extrêmement fin, au milieu de la substance du verre.

Wollaston a aussi imité l'apparence de deux courans d'air, en faisant passer l'électricité par de fines pointes de communication dans l'eau. Mais, dans le fait, la ressemblance n'est pas parfaite; car dans toutes les dispositions imaginées, il a toujours observé que chacun des deux fils donnoit à la fois l'oxigène et l'hydrogène, au lieu de les produire chacun séparément, comme le fait la pile électrique.

Van-Marum a obtenu le même résultat que *Wollaston*, en faisant passer une forte décharge électrique à travers un fil de fer plongé dans l'eau. (*Annales de chimie*, frimaire an 10.)

L'oxidation des surfaces métalliques en contact avec les conducteurs humides, est un phénomène chimique qui se manifeste dans toutes les piles construites à la manière ordinaire. *Volta* la regarde comme un effet qui établit un contact plus étroit entre les élémens de la pile, et contribue ainsi à donner à son action plus de continuité et d'énergie. *Wollaston* pense que l'oxidation a une grande influence sur le développement de l'électricité, soit dans la pile, soit dans nos machines ordinaires.

« En employant, dit *Wollaston*, dans nos appareils ordinaires un amalgame d'argent ou de platine, métaux qui ne sont pas oxidables, on ne peut avoir aucun signe d'électricité qui se manifeste toujours lorsque l'amalgame se compose de métaux oxidables, tels que l'étain, le zinc ou le mercure. »

Pour appuyer son opinion, *Wollaston* fit monter un petit cylindre avec son coussin et son conducteur, dans un vase où il put à volonté changer l'air qu'il renfermoit. Après avoir essayé le degré d'excitation dans l'air commun, il lui substitua de l'acide carbonique, et il observa que l'excitation fut absolument détruite; elle reparut du moment qu'on fit rentrer l'air atmosphérique.

Ces résultats sont consignés avec plus de détail dans la bibliothèque Britannique, n°. 138, page 32 et suivantes.

Wollaston prouve dans le même mémoire, que l'électricité vitrée ou positive, oxide, et que l'électricité ré-

sineuse ou négative désoxide. Il suffit pour s'en convaincre, de faire passer le long de la surface d'une carte colorée par une forte infusion de tournesol, un courant d'étincelles électriques, à la faveur de deux fines pointes d'or qui touchent cette surface à la distance de 27 millimètres (1 pouce) l'un de l'autre. Un petit nombre de tours de la machine suffit pour produire vers la pointe du fil, du côté positif, une tache rouge qu'on distingue à œil nu. Si l'on met sur cette tache l'extrémité du fil négatif, l'action de la machine lui rend sa couleur bleue primitive.

Au milieu de ce conflit d'opinions, *Biot* a tenté sur le même objet des expériences qui l'ont conduit à conclure que la quantité d'électricité que l'oxidation développe dans la pile de *Volta*, n'est nullement comparable à celle que produit le contact des métaux, sans cesse alimenté par la communication avec le sol. (*Voyez* sur cet objet les *Annales de chimie.*)

CHAPITRE V.

Application médicale de l'électricité galvanique.

A l'époque de l'apparition du galvanisme, plusieurs physiciens se sont empressés de l'appliquer au corps humain dans des maladies qui résistent à l'influence des remèdes ordinaires; et bientôt après on a publié de toutes parts des guérisons merveilleuses opérées par ce moyen, auxquelles l'enthousiasme a peut-être autant de part que la cause qu'on leur attribue. Parmi les faits nombreux qui ont acquis de la publicité, les suivans me paroissent devoir fixer un instant notre attention.

1°. *Psaff* prétend avoir traité avec succès une hémiplégie, en plaçant un disque d'argent dans la bouche, et un disque de zinc sur le bras paralysé; après vingt-quatre heures d'une communication non interrompue, le membre exerçoit déjà quelques légers mouvemens.

2°. *Hallé* a soumis aux épreuves galvaniques, un homme dont tous les muscles de la face du côté gauche étoient paralysés, à la suite d'une fluxion déterminée par l'action du froid. Du moment que différens points de la joue malade ont communiqué avec les extrémités de la pile, à l'aide d'excitateurs métalliques, tous les muscles de la face sont entrés en contraction. Le malade a éprouvé de la douleur et une sensation de chaleur très désagréable; l'œil est entré en convulsion, les larmes ont coulé involontairement, et il s'est manifesté de la douleur et du gonflement sur les différens points touchés. Il importe d'observer que cette maladie avoit déjà résisté avec la plus grande opiniâtreté à l'influence, soit des étincelles, soit des commotions électriques.

3°. *Creve* propose le galvanisme comme un moyen de distinguer la mort apparente de celle qui est véritable. Dans le premier cas, les fibres musculaires se contractent avec facilité sous l'influence galvanique; dans le second, elles ne peuvent éprouver la plus légère contraction, parce que l'irritabilité est entièrement détruite.

4°. Enfin le docteur *Grapengiesser* pense, d'après des expériences qui lui sont propres, que l'électricité galvanique peut être appliquée avec succès: 1°. Dans les paralysies, soit qu'elles prennent naissance dans la foiblesse

de l'action nerveuse, soit qu'elles aient pour cause la compression du cerveau ou une affection rhumatismale. 2°. Dans la foiblesse de la vue et la goutte sereine, dues uniquement à l'inexcitabilité du nerf optique. 3°. Dans les surdités qui dépendent de l'affoiblissement nerveux. 4°. Dans l'enrouement et l'aphonie, qui consistent dans un défaut d'action nerveuse. 5°. Enfin dans certaines sciatiques chroniques, dans les tumeurs blanches des articulations, dans le goître, dans le mélicéris et l'athérome commençans. *Grapengiesser* prétend même avoir employé avec succès l'électricité galvanique dans un cas de métastase avec inflammation à l'articulation du coude et à celle de la cuisse.

Tels sont les principaux faits connus, nous n'en garantissons pas l'existence: c'est aux physiciens qui consacrent leur vie et leurs talens au soulagement de l'humanité souffrante, qu'il appartient de multiplier les expériences qui doivent la confirmer ou la détruire; mais pour y travailler avec succès, il importe de se tenir en garde contre le funeste écueil de l'enthousiasme qui accompagne toujours les découvertes naissantes. Rappelons-nous ce qui arriva à l'époque où l'électricité fut appliquée pour la première fois à l'économie animale. L'Europe savante ne tarda pas à retentir d'un grand nombre de cures miraculeuses dont l'Italie venoit d'être le théâtre; mais ces brillans succès s'évanouirent bientôt avec l'enthousiasme qui les avait fait naître; et personne n'ignore que l'influence de l'électricité, réduite à sa juste valeur, se borne aujourd'hui à offrir un remède utile pour les rhumatismes, les paralysies, et en général pour les maladies qui ont pour cause la stagnation des humeurs et l'engourdissement des parties.

ÉLECTRICITÉ (Communication d') *Voyez* Communication d'électricité.

ÉLECTRIQUE. On donne cette épithète à tout ce qui reçoit ou communique l'électricité; ainsi on dit *vertu électrique, fluide électrique etc.* (*Voyez* Electricité).

ÉLECTRIQUE (Amalgame). *Voyez* Amalgame électrique.

ÉLECTRIQUE (Attraction) *Voy.* Attraction électrique.

ÉLECTRIQUE (Batterie) *Voy.* Batterie électrique.

ÉLECTRIQUE (Carreau) *Voy.* Carreau électrique.

ÉLECTRIQUE (Cerf-volant) *Voy.* Cerf-volant électrique.

ÉLECTRIQUE (Fluide) *Voyez* Fluide électrique.

ÉLECTRIQUE (Machine) *Voy.* Machine électrique.

ÉLECTRIQUE (Plateau) *Voy.* Plateau électrique.

ÉLECTRIQUE (Répulsion) *Voy.* Répulsion électrique.

ÉLECTRISATION. Manière d'électriser les corps, c'est à dire, d'exciter en eux la vertu électrique.

Parmi les corps connus, les uns s'électrisent principalement par frottement, d'autres par communication; ceux-ci par le simple contact; ceux-là à l'aide de la chaleur; quelques-uns enfin reçoivent la vertu électrique des mains de la nature, par des moyens qui nous sont encore inconnus. Ils paroissent constamment dans l'état élec-

trique, telle est la torpille, etc. *Voyez* sur ces différens objets le mot ÉLECTRICITÉ, première section.

ÉLECTRISER. C'est faire naître dans un corps l'état qu'on nomme électricité, c'est à dire lui donner la propriété de produire des phénomènes électriques (*Voyez* ÉLECTRICITÉ).

ÉLECTROMÈTRE. Instrument qui sert à manifester la présence de l'électricité, à en déterminer l'espèce, et à en mesurer la force.

Le premier qui ait été imaginé, consiste dans un fil de lin, terminé par deux balles de moëlle de sureau ou de liège. Elles se touchent quand le fil est suspendu librement au conducteur de la machine électrique. Du moment qu'on électrise l'appareil, les balles s'écartent, et l'on juge de leur force électrique par la grandeur de l'arc qu'elles décrivent.

L'électromètre de *Henley* n'est autre chose qu'un demi-cercle d'ivoire, soutenu par une petite colonne de bois, et dont le centre porte une tige bien légère et très-mobile, avec une petite balle de moëlle de sureau. Le petit pendule s'écarte plus ou moins de la colonne verticale, suivant le degré de vertu électrique des corps avec lesquels elle communique.

L'électromètre de *Lane* consiste dans une colonne de bois, fixée près du conducteur, et traversée par une vis de métal terminée par une boule. La vis parcourt un millimètre (une demi-ligne) à chaque révolution; et la force de l'électricité se mesure par l'espace qui sépare le conducteur de la boule, quand elle en tire des étincelles.

L'électromètre de *Cavallo* est composé d'une espèce de flacon de verre qui a pour base une plaque de cuivre, et dont la partie supérieure porte une boule de cuivre, à laquelle sont suspendues, par le moyen de deux charnières, deux balles de moëlle de sureau d'un très-petit diamètre.

L'électromètre de *Volta*, représenté par la *fig.* 58, *pl.* 7, consiste en un flacon de cristal, de forme carrée AB, dont on a scié la base, pour lui en substituer une de cuivre, dans laquelle on a mastiqué le flacon. Son goulot *f* est muni d'une virole en cuivre, disposée de manière à recevoir une petite tige, à laquelle sont suspendues parallèlement, autant qu'il est possible, deux paillettes *pp* mobiles, à l'aide d'un anneau de fil métallique très-délié, qu'on introduit dans la partie supérieure. Un des côtés du flacon présente une graduation *gg*.

L'électromètre de *Bennet* ne diffère de celui de *Volta*, qu'en ce qu'on y substitue aux pailles des feuilles d'or battues, qui sont quatre fois plus mobiles que les pailles.

Enfin, l'électromètre de *Coulomb*, le plus sensible de tous, se construit de la manière suivante: l'on tire, à la flamme d'une bougie, un fil de gomme laque, de la grosseur à peu près d'un fort cheveu, et on lui donne environ vingt-sept millimètres (un pouce) de longueur. Une de ses extrémités est attachée au haut d'une petite épingle sans tête, suspendue à un fil de soie, tel que le donne le ver à soie. A l'autre extrémité du fil de gomme-laque, l'on fixe un petit cercle de papier doré de quatre millimètres (environ deux lignes) de diamètre, et l'électromètre est construit. On le suspend ensuite dans un cylindre de verre, afin de le garantir des courans d'air,

et l'on établit une graduation sur la surface extérieure du cylindre. Sa sensibilité est telle, qu'une force d'un soixante-millième de grain chasse l'aiguille à plus de 90 degrés.

Pour connoître, à l'aide de l'électromètre, quelle est l'espèce d'électricité qui anime un corps, on le porte isolé au bouton de l'électromètre. Les feuilles d'or ou les pailles s'écartent. Alors on présente au bouton du même électromètre un bâton de cire d'Espagne, électrisé par frottement; si la divergence des feuilles ou des pailles augmente, le corps dont il s'agit a la même espèce d'électricité que le bâton de cire, et conséquemment, elle est négative ou résineuse. Si l'écartement des feuilles d'or diminue, le corps a une électricité différente de celle du bâton de cire, et conséquemment, son électricité est vitrée ou positive.

Lorsque le corps qu'on soumet à l'expérience ne produit qu'une légère divergence dans les feuilles ou les pailles de l'électromètre, il importe de frotter légèrement le bâton de cire d'Espagne, et de le présenter avec beaucoup de ménagement, je veux dire, à une distance plus ou moins grande, suivant les circonstances, du bouton de l'électromètre. Car si l'on porte brusquement le bâton de cire frotté sur le bouton de l'instrument, le rapprochement des feuilles n'est pas sensible, lorsque l'électricité du corps est différente de celle de la cire, parce qu'il est suivi d'un subit et grand écartement, qui peut induire en erreur tous ceux qui ne sont pas familiarisés avec ces sortes d'expériences.

Ce n'est point là le seul défaut des électromètres à pailles ou à feuilles d'or. Lorsque le corps qu'on leur présente est animé d'une électricité trop forte, que nous supposerons résineuse, les pailles s'écartent, au point d'aller toucher les deux feuilles d'étain qui sont dans l'intérieur de l'électromètre, et alors si elles s'en séparent pendant que l'électromètre est encore dans la sphère d'activité du corps qu'on éprouve, le fluide R de ce corps chasse dans le réservoir commun une partie du fluide R des pailles, qui se trouvent ainsi constituées dans un état opposé d'électricité. Si au contraire, lorsque les deux pailles se sont rapprochées, le corps électrisé pouvoit donner une étincelle au bouton de l'électromètre, les pailles et le corps qu'on essaie auroient la même espèce d'électricité : on voit donc qu'alors on ne peut compter sur les résultats qu'on a obtenus; et c'est peut-être à cela qu'on doit attribuer l'inexactitude de quelques expériences qui ont été faites dans l'enfance de l'électrométrie.

Il ne faut donc pas frotter fortement les substances très-électrisables qu'on veut soumettre à l'expérience. Cependant, si un corps qu'on veut éprouver, étoit doué d'une électricité considérable, on en détermineroit l'espèce, en électrisant d'abord les pailles, résineusement par exemple; on présenteroit ensuite au bouton de l'électromètre le corps dont il s'agit, à une distance assez considérable; et l'écartement ou le rapprochement des pailles, déterminé par sa présence, indiqueroit l'espèce de l'électricité qui l'anime.

ÉLECTROMOTEUR. Appareil dans lequel l'électricité se développe par le simple contact des substances qui le composent.

ÉLECTROMOTEUR MÉTAL-

LIQUE. Appareil dans lequel l'électricité se développe par le contact de deux métaux hétérogènes. On en distingue de deux sortes.

Le premier qui est connu sous le nom de *pile électrique*, ou *pile de Volta*, se compose de différens étages qui, suivant leur nombre, forment une pile plus ou moins élevée. Chaque étage peut être formé de bas en haut dans deux ordres différens.

Zinc, argent ou cuivre, carton mouillé.

Argent ou cuivre, zinc, carton mouillé.

Dans une même pile, tous les étages doivent avoir la même disposition. Le carton interposé sert uniquement à retenir l'eau, dont la présence est nécessaire à la production des phénomènes. (*Voy.* pour de plus amples détails, le mot PILE ÉLECTRIQUE.)

Volta a construit un autre appareil avec deux métaux différens, de cuivre ou d'argent, et de zinc, qui plongent dans des bocaux remplis d'eau ou de dissolutions salines. Les extrémités plongées sont maintenues à distance; celles qui excèdent le bocal sont en contact immédiat. Ce second appareil a reçu de son auteur le nom de *couronne à tasses* (*Voy.* le mot COURONNE A TASSES).

Ces deux appareils ont entr'eux de grands traits de ressemblance; ce qui les distingue, c'est que la pile agit avec plus d'activité et d'énergie.

ÉLECTROMOTEUR RÉSINEUX. J'ai donné ce nom à un appareil dans lequel l'électricité se développe par le seul contact d'une substance résineuse avec une substance minérale, végétale, ou animale quelconque.

Il est composé 1°. d'un disque de bois bien poli, et recouvert d'une, ou mieux encore, de plusieurs enveloppes de taffetas, enduit d'une couche de résine élastique; 2°. d'un disque de métal, de verre poli, d'agathe ou de marbre, etc., isolé par un cylindre de verre ou de cire d'Espagne, fixé au centre de chaque disque. Quant à à la manière de s'en servir, et aux phénomènes qu'il présente, *voyez* le mot ÉLECTRICITÉ, chap. 3ème. de la 1ère. section, art. 2, 3, 4, et 5.

ÉLECTRO-MYCROMÈTRE. C'est à *Veau de Launay* que nous devons ce nouvel instrument qui sert particulièrement à indiquer les plus petites quantités appréciables d'électricité galvanique.

Il se compose de différens élémens dont voici les principaux:

A. (*fig.* 73, *pl.* 9.), est une cage de cristal ou de verre, vernie à sa partie supérieure.

B. Socle de bois vernis.

C. Vis à très-petits pas de $\frac{1}{2}$ millimètre.

D. Disque de glace gradué et divisé en 360 degrés.

F. Lame de cuivre graduée servant à indiquer les degrés du disque et les pas de vis.

F. Tige de cuivre à coulisse.

G. Disque de métal se vissant sur un bouton, dont la partie inférieure est une pince servant à tenir les feuilles métalliques.

H. Feuilles de cuivre très-minces, dit oripeau.

I. Tige de cuivre très-pointue, se vissant sur le bouton supérieur à la place du disque.

K. Deux pinces, l'une tenant une

feuille de cuivre, l'autre deux pailles remplaçant à volonté les feuilles de cuivre de la fig. H.

Quand on veut apprécier de très-petites quantités d'électricité galvanique, on retire la tige à coulisse, on enlève la pince à deux feuilles, que l'on remplace par la pince à une feuille; et, rapprochant la vis C près de la feuille de cuivre dont la position doit être perpendiculaire, de manière que le point de contact marque zéro sur le disque de cristal à la première ligne de la fig. E, on éloigne la vis en comptant le nombre de pas de vis par le moyen de la lame de cuivre fig. E; et rapprochant du disque G le corps dont on veut connoître la quantité d'électricité, on éloigne ou rapproche la vis jusqu'à l'instant du contact de la feuille avec l'extrémité de la vis.

Pour appliquer l'usage de cet instrument à la pile électrique, on met à chaque pôle un fil de cuivre; l'un des fils est mis en contact avec la vis ou le bouton extérieur qui la termine; l'autre doit toucher le bouton supérieur qui porte la pince et la feuille de cuivre.

La pile électrique paroît à l'auteur de l'électro-mycromètre avoir une action inverse de la machine électrique dans son intensité, par rapport à l'atmosphère; c'est-à-dire, que son action est d'autant plus forte, que l'atmosphère est plus chargée d'humidité; ce qu'il est aisé de reconnoître à l'aide de l'électro-mycromètre. *Veau de Launay* pense aussi que les observations faites avec cet instrument sont plus exactes que celles du baromètre pour annoncer la pluie, et en général les changemens d'état de l'atmosphère.

ÉLECTROPHORE. Instrument composé de deux plateaux circulaires de métal, dont l'un est enduit d'un côté seulement, d'une couche de matière résineuse; l'autre porte à son centre, une colonne de verre qui sert à l'isoler. On peut faire en bois les deux plateaux, pourvu qu'on prenne la précaution d'y coller une feuille d'étain.

Cet instrument, dont nous devons l'invention à *Wilk*, est une espèce de machine électrique qui a reçu le nom d'*électrophore*, parce qu'elle conserve long-temps l'électricité qu'on lui a donnée. Pour mettre en jeu cette machine, on frotte avec une peau de lièvre ou de chat, du côté du poil, la couche de résine qui couvre le plateau de métal; on pose dessus cette couche de résine ainsi frottée, l'autre plateau métallique qu'on touche avec le doigt. On enlève ensuite ce dernier plateau par son manche de verre, et du moment qu'on lui présente la main ou un corps conducteur, on en tire une étincelle. Si l'on met de nouveau ce plateau métallique sur la couche de résine, et qu'on l'enlève comme la première fois, on en tire une nouvelle étincelle, et l'on peut répéter l'opération et obtenir le même effet, aussi souvent qu'on le désire.

Quant à l'explication des phénomènes que présente cet instrument, *voy.* le mot Électricité, 2e. section, qui renferme la théorie de l'électricité.

ÉLÉMENTAIRE. on donne cette épithète à tout ce qui appartient aux élémens, ou à ce qui en procède. (*Voy.* Élémens.)

ÉLÉMENTAIRES (Molécules). (*Voy.* Molécules élémentaires.)

ÉLÉMENS. On a donné ce nom aux premiers principes qui entrent dans la composition des corps.

Les véritables principes, ou les molécules élémentaires des corps sont des êtres simples, c'est-à-dire, qu'ils jouissent d'une extrême dureté, qu'ils sont insécables, et par là même indestructibles. (*Voyez*, sur cet objet, l'article DIVISIBILITÉ.)

On entend ordinairement par élémens, les principes auxquels vont aboutir les efforts actuels de l'analyse.

Ces principes ne jouissent que d'une simplicité relative à nos moyens. Ainsi l'eau et l'air, qu'on regardoit, il n'y a pas long-temps, comme des êtres simples, ont perdu le privilège de la simplicité, du moment qu'on a trouvé le moyen de séparer leurs principes constituans.

ÉLÉMENS D'UNE PLANÈTE. On appelle ainsi les principaux articles dont sa théorie se compose. Tels sont sa longitude, son aphélie, l'inclinaison et l'excentricité de son orbite, sa révolution périodique, sa révolution synodique, etc. (*Voyez*, pour ces différens objets, l'article de chaque planète.)

ÉLÉVATION DU POLE. (Arc d') *Voyez* ARC D'ÉLÉVATION DU POLE.

ÉLONGATION D'UNE PLANÈTE. C'est la distance apparente d'une planète au soleil. Elle varie par deux causes, savoir, parce que la terre et la planète se meuvent dans des orbes elliptiques.

La plus grande élongation de Vénus ne peut être que 47 degrés 48 minutes; et celle de Mercure, de 28 degrés 31 minutes. De là vient que nous voyons si rarement cette dernière planète. Sa grande proximité du soleil nous empêche de l'apercevoir.

ÉMANATION. Action par laquelle les parties les plus volatiles abandonnent les corps auxquels elles appartiennent, ou du moins auxquels elles sont adhérentes.

On donne aussi le nom d'émanation aux particules des corps qui se combinant avec le calorique, s'échappent sous la forme de fluides élastiques.

La transpiration habituelle des plantes et des animaux atteste l'existence de ces sortes d'émanations. Les corps odoriférans sont des corps très-volatils, c'est-à-dire, qui ont une très-grande tendance à se combiner avec le calorique, pour passer à l'état aériforme. C'est ce passage qui détermine l'évasion de leurs plus petites particules. Elles se répandent dans l'air environnant, et font sur nos organes une impression qui fait naître la sensation de l'odeur. (*Voyez* le mot ODEUR.)

ÉMERSION. Dans les éclipses totales, on entend par *émersion*, le moment où un astre commence à sortir de l'ombre projetée par le corps opaque qui l'a éclipsé. L'on appelle *émersion totale*, le moment où l'astre est entièrement sorti de l'ombre.

ÉMISSION. Action par laquelle un corps lance des particules de sa propre substance.

La lumière se propage-t-elle par pression ou par émission? c'est-à-dire, la sensation de lumière que nous éprouvons a-t-elle pour cause une impression faite sur l'organe de la vue, par un fluide répandu dans l'espace, et mis en mouvement par le corps lucide? ou bien, le corps lucide lance-t-il à chaque instant des molécules de

sa propre substance, qui, animées d'une vitesse inconcevable, viennent frapper l'organe de la vision?

Telle est l'importante question qui exerce depuis long-temps la sagacité des physiciens. Nous la traiterons avec détail, article PROPAGATION DU FLUIDE LUMINEUX. (*Voy.* ce mot.)

ENCRES DE SYMPATHIE. Ce sont des liqueurs sans couleur, ou du moins sans couleur sensible, avec lesquelles on peut faire une écriture invisible, mais qui devient sensible quand on le veut, par des moyens appropriés à la nature de chaque espèce d'encre de sympathie.

Le nombre des encres de sympathie s'est tellement multiplié, qu'il faudroit de longs détails pour les décrire toutes avec exactitude. Je me bornerai à celle qui est la plus renommée, et qui présente les phénomènes les plus curieux.

L'acide muriatique dissout avec une grande facilité le cobalt oxidé; plus même son oxidation est forte, plus il est vivement attaqué. C'est ainsi qu'on enlève au safre, par l'acide muriatique, tout ce qu'il contient d'oxide de cobalt. Cet acide l'enlève aussi à l'acide sulfurique; il forme une dissolution d'un brun rouge. On l'étend d'eau jusqu'à ce qu'elle soit sans couleur; on trace avec cette liqueur des caractères sur du papier blanc; ils disparoissent en séchant; mais du moment qu'on présente le papier au feu, il présente les lettres tracées en beau vert-céladon, qui disparoissent en refroidissant, et conservent encore, si on ne les a pas trop chauffées, la propriété de reprendre la couleur verte, par une nouvelle chaleur. On prépare surtout cette encre de sympathie avec l'acide nitro-muriatique et le safre.

La cause de la coloration du muriate de cobalt par la chaleur, est encore inconnue. Quelques physiciens l'attribuent à une désoxidation, et à ce que l'oxide reprend, en refroidissant, la portion d'oxigène qu'il a perdue. D'autres prétendent que le cobalt ne forme d'encre de sympathie, qu'autant qu'il contient du fer.

ENCYCLIES. Les physiciens ont donné ce nom aux cercles qui se forment dans l'eau, lorsqu'on y laisse tomber une pierre. On peut expliquer de la manière suivante la formation de ces cercles. En tombant, la pierre enfonce un peu les molécules d'eau qu'elle trouve sur son passage, ce qui oblige les voisines de s'élever tout autour, en formant une espèce de cercle plus élevé que la surface de l'eau. Lorsque ces molécules d'eau se sont élevées autant que l'exige la force qui les a poussées, elles descendent pour se mettre au niveau des autres; mais comme leur chute est accélérée, elles poussent les molécules voisines qui s'élèvent à leur tour, et forment un second cercle d'un plus grand diamètre que le premier. Cette portion d'eau ainsi élevée, en retombant ensuite, en fait élever une troisième et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mouvement imprimé à l'eau par la pierre soit devenu insensible.

ENGIN. Machine composée de plusieurs machines simples combinées ensemble, et qui sert à élever ou à soutenir des poids.

Cette machine ne diffère de la grue que par une pièce de bois qui sert à élever les fardeaux; dans la grue cette pièce est inclinée; dans l'engin elle est horizontale. Du reste cette machine agit exactement comme la grue: elle

est composée du treuil et de la poulie. (*Voy.* Grue, Treuil, Poulie, etc.)

ENGYSCOPE. C'est la même chose que microscope. (*Voy.* Microscope).

ÉOLIPYLE. Globe métallique creux, auquel on joint un tuyau recourbé, dont l'orifice est très-étroit.

On échauffe le globe; l'air intérieur se dilate et s'échappe en partie par le tuyau. On plonge promptement le tuyau dans l'eau, qui, cédant à la pression de l'air extérieur, s'introduit dans le globe où elle trouve moins de résistance. Lorsque le globe est rempli d'eau en partie, on le soumet à l'action d'une forte chaleur; bientôt l'eau renfermée dans le globe est réduite à l'état de vapeur; elle s'échappe avec violence par l'ouverture du tuyau; et si l'on dirige le jet de la vapeur sur un charbon tant soit peu embrasé, on le voit brûler avec une etonnante activité.

Ces phénomènes ne sont plus faits pour exciter de la surprise. Le calorique imprime aux molecules aqueuses une grande force répulsive qui détermine leur passage à l'état élastique et leur évasion à travers le tuyau. A leur sortie de l'orifice, elles trouvent sur leur route un charbon embrasé, qui, à cette haute température, a plus d'attraction pour un des composans de l'eau, l'oxigène, que les deux composans l'hydrogène et l'oxigène n'en ont ensemble. Le charbon embrasé doit donc, d'après les lois de l'attraction moléculaire, décomposer la vapeur aqueuse, se combiner avec l'oxigène, et conséquemment brûler avec plus d'activité et d'énergie.

Si au lieu d'eau, on met de l'alcool dans l'éolipyle, on peut produire un jet de feu, en présentant une bougie allumée à 54 millimètres (2 pouces) de l'orifice du tuyau.

ÉPACTES. On a donné ce nom au nombre qui exprime celui des jours dont la nouvelle lune précède le commencement de l'année. L'épacte vient donc de la différence qui existe entre l'année solaire et l'année lunaire; et cette différence est de 11 jours, puisque l'année lunaire ne comprend que 354 jours et à peu près un tiers, tandis que l'année solaire est composée de 365 et environ un quart. Ainsi, en supposant que l'année solaire et l'année lunaire aient commencé en même temps, l'épacte de l'année suivante sera 11; celle de la troisième année sera 22; celle de la quatrième seroit 33; mais comme l'épacte n'est jamais de plus de 30, parce que 30 jours font un mois, de ce nombre 33 on retranche 30, dont on fait un mois intercalaire, que les astronomes appellent *embolismique*, et que l'on ajoute à la troisième année lunaire, qui par là se trouve composée de 13 lunaisons ou mois synodiques, et l'épacte de la quatrième année est 3, celle de la cinquième année est 14, et ainsi de suite, en ajoutant toujours 11 à l'épacte de l'année précédente pour former l'épacte de l'année suivante; on retranche 30 toutes les fois que les 11 ajoutés à l'épacte de l'année précédente font un nombre supérieur à 30, et on forme de ces 30 retranchés un mois embolismique. Je n'entrerai pas dans un plus long détail sur cet objet, qui me paroît étranger à la physique.

ÉPROUVETTE ou BAROMÈTRE D'EPREUVE. Baromètre fait avec un tube recourbé, dont l'extrémité ouverte communique avec le

récipient d'une machine pneumatique, et marque conséquemment la force élastique de l'air qu'il renferme. L'éprouvette se place quelquefois dans le récipient même ; d'autres fois dans un vase de verre qui y communique par un tube de métal.

ÉQUATEUR CÉLESTE. C'est le grand cercle de la sphère céleste qui est perpendiculaire à l'axe du monde.

Ce cercle se nomme équateur, parce que, lorsque nous y voyons le soleil, les jours sont parfaitement égaux aux nuits, si l'on ne prend pour le jour que la durée de la présence du soleil sur l'horizon.

L'équateur partage la sphère céleste en deux hémisphères, au milieu desquels sont les pôles du monde, qui sont conséquemment également éloignés de tous les points de l'équateur : de là vient que les astres qui sont dans l'équateur nous paroissent décrire l'équateur par leur mouvement diurne, tandis que les autres corps célestes décrivent des cercles parallèles à l'équateur.

C'est sur l'équateur que se mesurent l'ascension droite et l'ascension oblique des astres. C'est de ce cercle que l'on commence à compter leur déclinaison.

ÉQUATEUR TERRESTRE. C'est le grand cercle de la sphère terrestre qui est perpendiculaire à l'axe de la terre, et conséquemment a pour pôles les pôles de la terre.

C'est sur l'équateur ou sur l'un de ses parallèles, que se comptent les longitudes terrestres. C'est de ce cercle que l'on commence à compter la latitude des différens lieux de la terre.

ÉQUATEUR. (Arc d') *Voyez* ARC DE L'ÉQUATEUR.

ÉQUATEUR. (Pôles d') *Voyez* PÔLES DE L'ÉQUATEUR.

ÉQUATION DE L'HORLOGE. Différence entre l'heure du temps moyen, qui est marquée par une horloge bien réglée, et l'heure du temps vrai, qui est indiquée par un cadran solaire bien exact.

La révolution diurne que le soleil nous paroît effectuer autour de la terre, ou son retour au méridien, s'achève plus promptement dans certains temps de l'année, et plus lentement dans d'autres, de manière que si l'on a une horloge bien réglée sur le mouvement moyen du soleil, et qu'on la mette à midi, un jour quelconque de l'année, à l'instant où le centre du soleil est dans le plan du méridien, le jour suivant elle ne marquera pas midi au moment précis où le centre du soleil arrivera au méridien ; elle s'en écartera plus ou moins suivant que la révolution véritable du soleil sera plus prompte ou plus lente, relativement à sa révolution moyenne, qui est celle à laquelle l'horloge doit se rapporter exactement. C'est cette différence entre l'heure marquée par le soleil et l'heure marquée par l'horloge, qu'on nomme *équation de l'horloge*.

Cette différence n'est pas la même pour chaque jour de l'année ; il y a des jours où elle n'est que de quelques dixièmes de seconde ; il y en a d'autres où elle va jusqu'à 30 secondes ; et comme les différences des jours suivans s'ajoutent à celles des jours précédens, il y a des jours où l'heure du temps moyen diffère de l'heure du temps vrai de plus de 16 minutes.

Les astronomes calculent cette différence pour tous les jours de l'année, et en forment une table qui sert à régler les horloges et les pendules. On peut consulter cette table dans un ouvrage qui a pour titre : *Connoissance des temps*, ou *Connoissance des mouvemens célestes*.

ÉQUATION DU TEMPS. Les jours astronomiques sont inégaux (*Voy.* Jour); et cette inégalité doit évidemment faire varier en différens jours les parties qui les composent. Les astronomes les réduisent à l'égalité, en considérant le nombre des heures d'une ou de plusieurs révolutions dans l'écliptique, et en divisant le temps total en autant de parties égales qu'il y a d'heures, dont vingt-quatre font un jour. On appelle *temps moyen* celui dont on rend les parties égales par cette méthode, et la réduction se nomme *équation du temps*.

ÉQUERRE ET LA RÈGLE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située en grande partie dans la Voie lactée, entre le Loup et l'Autel, au-dessous de la queue du Scorpion. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des sciences, année* 1752, *pl.* 20. Elle est composée de l'Équerre et la Règle de l'architecte.

De cette constellation, il n'y a qu'une des extrémités de la Règle qui se montre sur notre horizon; les autres étoiles qui la composent ont une déclinaison méridionale qui ne leur permet pas de se lever jamais à notre égard.

ÉQUILIBRE. L'équilibre résulte de l'action simultanée que plusieurs forces exercent sur un corps, ou sur un point matériel, lorsqu'elles anéantissent réciproquement leur action, ensorte que le corps ou le point reste sans mouvement.

On nomme statique la science qui traite de l'équilibre; le problème qu'on se propose d'y résoudre est celui-ci : plusieurs forces étant appliquées en différens points, selon des directions quelconques; savoir si elles sont en équilibre; et dans le cas où elles n'y seroient pas, déterminer ce qu'il faut faire pour que l'équilibre ait lieu.

Deux forces égales et directement opposées se détruisent; ainsi, pour mettre plusieurs forces en équilibre, il suffit de déterminer leur résultante, (*Voyez* Composition des forces) et d'ajouter au système une force qui lui soit égale et directement opposée; elle fera équilibre à la résultante, qui équivaut seule à toutes les autres : si le système étoit de lui-même en équilibre, la résultante seroit nulle. On voit, d'après cela, que la science de l'équilibre est entièrement fondée sur la composition des forces.

On cherche quelquefois à exprimer algébriquement les conditions qui doivent avoir lieu, pour que plusieurs forces soient en équilibre; on y parvient aisément, en décomposant les forces parallèlement à deux axes, lorsqu'elles sont dans le même plan, ou parallèlement à trois, lorsqu'elles sont dans des plans différens; les équations qu'on obtient de cette manière, se nomment *équations d'équilibre*; elles peuvent servir à trouver

la résultante de plusieurs forces; car, la résultante étant représentée par R, il suffit, pour cela, de déterminer la grandeur et la direction de la force —R qui fait équilibre au système des forces proposées.

Il importe de remarquer que, comme plusieurs forces données n'ont pas toujours une résultante unique, il faut quelquefois appliquer plusieurs forces à un corps, pour que le système soit en équilibre.

ÉQUILIBRE DES FLUIDES. (*Voyez* FLUIDES, où ces lois d'équilibre sont exposées avec détail.)

ÉQUILIBRE DANS LES MACHINES. On nomme *machine* tout instrument destiné à transmettre l'action d'une force à un corps qui n'est pas dans sa direction.

Une force ne peut agir dans une autre direction que la sienne, si quelqu'obstacle ne s'oppose en partie au mouvement qu'elle tend à produire: il faut donc qu'il y ait dans une machine, un ou plusieurs points d'appui.

D'après cela, il y a trois choses à considérer dans une machine; 1°. la résistance; c'est une force qu'il s'agit de vaincre, ou à laquelle on veut faire équilibre; 2°. la puissance; c'est la force avec laquelle on veut vaincre ou faire équilibre à la résistance; 3°. le point d'appui.

De la résistance.

Il y a autant d'espèces de résistance qu'on peut se proposer d'objets dans la construction d'une machine; tantôt c'est un poids qu'il faut élever, un bateau qu'on veut faire remonter contre le courant, une forte pression qu'on veut exercer; quelquefois, c'est la cohésion des parties d'un corps qu'on veut surmonter; enfin il y a une autre espèce de résistance qui ne dépend point de l'effet qu'on veut produire, mais seulement de l'imperfection des machines; tels sont le frottement, la roideur des cordes, la résistance que les fluides opposent aux corps en mouvement, etc.

De la puissance.

Les puissances qu'on applique le plus ordinairement aux machines, sont des poids, la force d'un fluide en mouvement, tel que l'eau, l'air, la vapeur aqueuse, le calorique; enfin la force des hommes ou des animaux.

Les poids s'appliquent avec avantage aux machines, lorsqu'on veut seulement les mettre en équilibre, parce que la pesanteur qui les sollicite, présente une continuité d'effets; mais il est rare qu'on les emploie pour soulever des fardeaux, et pour produire des mouvemens un peu considérables, parce qu'il leur faut de trop grands espaces pour descendre, et qu'on est obligé de les remonter trop souvent.

A l'égard des fluides, ce n'est pas ici le lieu d'en parler. Il suffira de dire que quand ils agissent sur une surface qu'ils ont mise en mouvement, ils n'exercent plus sur elle qu'une force qui est environ la septième partie de leur force absolue. (*Voyez* les *Mémoires de l'Académie*, année 1704.) Parmi les fluides, l'eau courante présente l'avantage d'une perpétuité de mouvement qui n'est due qu'à elle-même; le vent qu'on emploie comme moteur dans un grand nombre de machines, n'a pas toujours la même intensité, et il cesse souvent

son action; enfin la vapeur aqueuse qu'on emploie dans toutes les machines à feu, a une grande intensité d'effets.

Le plus souvent on emploie comme puissance, dans les machines, la force des animaux. Plusieurs physiciens se sont occupés avec quelque succès d'apprécier leurs efforts, et c'est particulièrement sur l'homme qu'ils ont fait de nombreuses expérieuces.

Lahire, considérant la force de l'homme par analogie avec ses efforts ordinaires, a obtenu les résultats suivans :

	kil.	liv.
Un homme moyen pèse	70	—143.
Il peut porter . . .	75	—153,21.
Et il en résulte que les muscles de ses jambes portent	145	—296,21.
Il peut lever entre ses jambes	50	—102,14.
La moitié de son corps pèse	35	— 71,54.
Les muscles des lombes peuvent lever . .	85	—173,68.
L'homme pesant .	70	—143.
Peut se suspendre par les bras avec un poids de	10	— 20,42.
La force des bras est donc de	80	—163,43.

Ces résultats, quoique vrais et rigoureux, n'ont pour objet que des efforts momentanés; ils ne peuvent donc nous éclairer suffisamment sur la force de l'homme, employée comme puissance dans une machine. Il agit ici d'une manière continue. Pour apprécier son effort, il faut avoir égard à la nature et à la durée du travail.

Amontons a trouvé que 175,050 mètres (90 toises) ont été parcourus par deux porte-chaises chargés de 140 kilogrammes (286 livres) en 80 secondes.

Un porte-faix chargé de 80 kilogrammes (163,43 livres) en 139 secondes.

Un homme courant, en 25 secondes.

Un tireur de chaise, traînant 150 kilogrammes (306,43 livres) en 86 secondes.

Un cheval à une charette, traînant 800 kilogrammes (1634,30 livres) en 112 secondes.

Deux chevaux à un carosse, sur le pavé, au pas, en 62 secondes.

Idem, au trot, en 45 secondes.

Un cheval portant un homme et une selle de 80 kilogrammes (165,43 livres) en 80 secondes.

Idem, au grand pas, en 50 secondes.

Un homme a élevé 12,5 kilogrammes (25,53 livres) à 72,5 mètres (37,026 toises) de hauteur, en 145 secondes.

Deux chevaux attelés à une charrue faisoient un effort de 75 kilogrammes (153,215 livres).

Un scieur de bois a donné deux cents coups de scie avec un effort de 12,5 kilogrammes (25,53 livres) et une élévation de 0,7 mètre (2,149 pieds) en 145 secondes.

Les physiciens ont tâché de rapporter la force des animaux à leur moment statique. On entend par moment statique, le poids élevé à 0,3247 mètre (1 pied) de hauteur en une seconde.

D'où il résulte que le moment statique de l'homme qui a élevé 12,5 kilogrammes (25,53 livres) à 72,5 mè-

tres (37,026 toises) de hauteur en 145 secondes, seroit de 19,3 kilogrammes (39,425 livres).

Le scieur de long qui a donné deux cents coups de scie de 0,7 mètre (2,149 pieds) d'élévation, avec un effort de 12,5 kilogrammes (25,53 livres), auroit élevé dans les 145 secondes 12,5 kilogrammes à 140 mètres (71,83 toises) de hauteur; donc le moment statique auroit été de 37 kilogrammes (75,58 livres).

Les physiciens qui se sont occupés de déterminer le moment statique de l'homme, ont obtenu des résultats différens.

Amontons l'estimoit de 18,75 kilogrammes (36,30 livres).

Daniel *Bernouilli*, de 27 kilogrammes (55,15 livres).

D'autres géomètres, de 25 à 30 kilomètres (51,72 à 61,28 livres).

Desaguilliers, de 50 kilogrammes (102,14 livres).

Borda, de 36 kilogr. (73,54 liv.)

Il paroît, d'après les expériences de *Lambert*, que pour le même homme, le moment statique varie en raison de son inclinaison. Il varie encore par la manière dont la force de l'homme est employée. L'emploi des forces de l'homme est beaucoup plus varié que celui des animaux. Ceux-ci ne sont occupés qu'à traîner ou à porter. L'homme peut porter, traîner, peser, et faire des efforts musculaires, dont le résultat paroît inattendu. *Desaguilliers* rapporte plusieurs de ces efforts, dont le plus simple est de faire soulever un poids de 500 kilog. (1021,43 liv.), à un homme d'une force moyenne, en suspendant le poids à une courroie fixée à la ceinture.

Pendant un temps très-court, mais continuellement renouvellé, l'homme ordinaire porte sur ses épaules, un poids de 50 kil. (102,14 liv.). Le soldat, en marche, est chargé de 12 kil. (24,52 liv.). Le cheval porte ordinairement 150 kil. (306,2 liv.), ce qui n'est que le triple du poids ordinaire que porte l'homme. Trois hommes peuvent donc équivaloir à un cheval, lorsqu'ils sont employés à porter. Ils n'ont pas le même avantage, lorsqu'ils tirent ou traînent avec une bricole. *Desaguilliers* compare la force d'un cheval à celle de cinq hommes. D'autres physiciens la comparent à celle de sept hommes. *Sauveur* a trouvé que le moment statique d'un cheval étoit de 262,5 kil. (536,23 l.). Plusieurs physiciens le portent à 350 kil. (714,98 liv.).

Regnier a consigné, dans le cinquième cahier du *Journal de l'École polytechnique*, des expériences desquelles il résulte que la force moyenne de pression de l'homme avec ses deux mains, étoit de 50 kil. (102,14 liv.); celle avec laquelle il peut soulever un corps de 130 kil. (265,55 liv.), et celle avec laquelle il tire en marchant, 50 kil. (102,14 liv.). Comme la force moyenne du tirage du cheval est de 360 kil., il en résulte qu'elle est environ septuple de celle de l'homme.

Enfin *Coulomb* a publié une série d'expériences bien faites sur les différentes manières d'employer la force de l'homme. Elles concourent à prouver que l'action journalière de l'homme marchant est de 3500 kil. (7150,02 l.) élevé à 1 kilomètre (0,225 lieue).

De l'homme chargé de 58 kilog. (118,49 liv.) est de 2048 kilog. (4183,34 liv.) élevé à la même hauteur.

De l'homme chargé de 44 kilog. (89,89 liv.) est de 2166 kilog.

(4424,87 liv.). L'action utile est de 692,4 kil. (1414,49 liv.)

De l'homme montant un escalier à vide, est de 205 kil. (418,79 liv.).

Du même, chargé de 68 kilog., (138,91 liv.), est de 109 kilog. (222,67 liv.).

De l'homme menant une brouette, est de 1022 kil. (2087,82 liv.)

De l'homme frappant des pieux, en tirant la sonnette d'un mouton, est de 75,2 kil. (154,24 liv.).

De l'homme frappant de la monnoie avec un mouton, est de 39,5 kil. (80,69 liv.).

De l'homme qui tire de l'eau, est de 71 kil. (145,04 liv.)

De l'homme qui meut une manivelle, est de 116 kil. (236,97 liv.).

De l'homme qui laboure, est de 110 kil. (224,72 liv.).

Ces résultats sont d'autant plus précieux à la science, qu'ils font entrevoir qu'en multipliant les expériences, de manière à avoir égard à la nature et à la durée du travail, on parviendra à déterminer avec assez d'exactitude, la force que l'homme et les animaux emploient dans le service des machines.

Du point d'appui.

Dans une machine, le *point d'appui* est un point fixe et inébranlable, pour résister à l'effort de la puissance et de la résistance. On peut regarder la *puissance*, la *résistance*, et le *point d'appui*, comme trois forces quelconques, dont les efforts réciproques se détruisent dans le cas d'équilibre.

Occupons-nous à présent de chercher le rapport de la puissance à la résistance qui lui fait équilibre dans une machine quelconque. Il importe auparavant d'observer que, dans le cas où on voudroit mettre la machine en mouvement, il suffiroit d'y ajouter une force susceptible de vaincre le frottement et les autres obstacles que font naître les imperfections de la machine.

Le moyen qui s'offre le premier pour déterminer la loi d'équilibre dans une machine, est la composition des forces. Pour cela, il faut composer ensemble la puissance et la résistance; la condition qui exprimera que leur résultante passe par le point d'appui sera celle qui est nécessaire à l'équilibre de la machine. Si l'appui étoit une surface, il faudroit en outre exprimer que la résultante est normale à cette surface, sans quoi la machine glisseroit sur son appui.

En partant des mêmes considérations, on peut appliquer à l'équilibre des machines les équations générales d'équilibre; on peut encore employer le théorême des momens, qui consiste en ce que la somme des momens de la puissance et de la résistance par rapport au point d'appui, est nulle dans le cas d'équilibre. Enfin on peut faire usage de la loi des vitesses virtuelles que nous allons exposer.

Les forces qu'on applique à une machine, peuvent être représentées par des poids. Cela posé, supposons qu'à l'aide d'une machine quelconque, on fasse agir l'un sur l'autre deux poids, dont l'un fasse fonction de puissance, et l'autre de résistance. L'équilibre ne peut résulter que de l'égalité de deux forces qui se combattent; les forces se composent des masses et des vitesses : d'où il suit que l'équilibre existe dans une machine, toutes les fois que les masses des deux corps qui agissent l'un sur l'autre,

Digitized by Google

sont en raison inverse des vitesses qu'ils prendroient, si l'équilibre étoit rompu pendant un instant infiniment petit.

Dans le levier, par exemple, (*Voy.* Levier) les vitesses que prendroient les deux corps, dans le premier instant de la rupture d'équilibre, sont entr'elles comme les bras de levier; ainsi, dans le cas d'équilibre, la puissance et la résistance sont en raison inverse de leur distance au point d'appui.

Parmi les machines, il y en a sept que nous considérons comme simples; savoir, les cordes ou machines funiculaires, le levier, la poulie, le tour, le plan incliné, la vis et le coin. Cette simplicité est relative à la manière dont on envisage les machines: de là vient que certains physiciens en réduisent le nombre à cinq, d'autres à trois. On peut voir les lois d'équilibre pour chacune de ces machines, à leurs articles respectifs.

ÉQUINOXE. C'est le temps auquel le soleil paroît dans les points d'intersection de l'écliptique avec l'équateur. Il y a donc dans l'année deux jours d'équinoxe; savoir: le jour où le soleil arrive au premier point du Bélier, qui est le 20 ou le 21 mars (30 ventôse), et le jour où le soleil se montre au premier point de la Balance, qui est le 22 ou 23 septembre (premier vendémiaire). C'est le premier de ces jours que commence notre printemps; aussi a-t-il reçu le nom de *équinoxe du printemps*; l'autre est celui où commence notre automne, de là vient qu'on l'appelle *équinoxe d'automne*. Alors le soleil décrit dans son mouvement diurne l'équateur que l'horizon coupe en deux parties égales; c'est pourquoi cet astre demeure douze heures au-dessus de l'horizon et douze heures au-dessous; ce qui rend le jour égal à la nuit, si l'on entend par jour la durée de la présence du soleil sur notre horizon.

ÉQUINOXES. (Précession des) *Voyez* Précession des équinoxes.

ÉQUINOXIAL. On donne cette épithète à tout ce qui a rapport à l'équinoxe. Ainsi l'on dit *ligne équinoxiale* pour désigner la ligne que le soleil paroît décrire dans le temps des équinoxes. L'on dit aussi *points équinoxiaux* pour désigner les deux points d'intersection de l'équateur et de l'écliptique.

ÉQUINOXIALE. (Ligne) *Voy.* Ligne équinoxiale.

ÉQUINOXIAUX. (Points) *Voy.* Points équinoxiaux.

ÉRIDAN. (Le fleuve) Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située au-dessous de la Baleine, commençant au pied occidental d'Orion, tout auprès de Rigel, et finissant, après plusieurs courbures, dessous le Phénix. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*.

Il y a dans la constellation du fleuve Éridan une étoile de la première grandeur, qui est connue sous le nom d'*Acarnar*, et qui est située à l'extrémité méridionale de *l'Éridan* sous le Phénix. Cette étoile a une trop grande déclinaison méridionale pour jamais se lever à notre égard.

ESPACE. L'espace, en général, ne me paroît pas susceptible d'être défini. Ce mot est consacré à exprimer une de ces idées premières qui jouissent du privilège de la simplicité.

Un espace déterminé, tel, par exemple, que la distance qui sépare deux objets, est susceptible d'être mesuré. Pour le mesurer avec exactitude, il faut une unité de mesure. Cette unité avoit été jusqu'ici une unité arbitraire, et conséquemment différente dans différentes contrées. Depuis long-temps les savans formoient des vœux pour faire acquérir à cette unité l'uniformité qui lui convient, et qu'il étoit aisé de lui donner, en la prenant dans la nature. Ce service rendu aux sciences et aux arts est un bienfait de la révolution. L'unité de mesure est prise dans le méridien terrestre; elle est la dix millionième partie de l'arc du méridien, compris entre l'équateur terrestre et le pôle. On lui a donné le nom de *mètre*.

EST. C'est l'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales. Il signifie la même chose que l'Orient. (*Voy.* ce mot.)

EST. Nom d'une des quatre principales plages. (*Voyez* Plage.) C'est le point de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se lèvent; c'est aussi le nom du vent qui souffle de ce côté.

EST-NORD-EST. C'est le nom de la plage qui est située au milieu de l'espace qui sépare *l'est* du *nord-est*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de l'est au nord. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-QUART-NORD-EST. C'est le nom de la plage qui est située au milieu de l'espace qui sépare l'est de *l'est-nord-est*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de l'est au nord. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-QUART-SUD-EST. C'est le nom de la plage qui est située au milieu de l'espace qui sépare *l'est* de *l'est-sud-est*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de *l'est* au *sud*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-SUD-EST. C'et le nom de la plage qui est située au milieu de l'espace, qui sépare *l'est* du *sud-est*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de *l'est* au *sud*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

ÉTAIN. (*Voyez* Métaux.)

ÉTÉ. C'est l'une des quatre saisons de l'année, qui commence lorsque la hauteur méridienne du soleil a atteint son maximum, c'est-à-dire, lorsque cet astre est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices, et qui finit lorsque le soleil est parvenu au point de l'écliptique qui coupe l'équateur. Ainsi, pour les peuples qui habitent l'hémisphère boréal, ou du moins pour ceux qui sont situés dans la zone tempérée et dans la zone glaciale boréales l'été commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Cancer, savoir, le 22 juin (3 messidor), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la Balance, savoir, le 23 septembre (1er. vendémiaire). Mais pour les habitans de la zone tempérée et de la zone glaciale australes, l'été commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Capricorne, savoir, le 22 décembre (1er. nivôse), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Bélier, savoir, le 21 mars (30 ventôse). A l'égard de ceux qui sont situés dans la zone torride, leur été commence

lorsque le soleil est à midi à leur zénith.

Le jour où l'été commence est le plus long des jours de l'année et la nuit la plus courte ; et la différence entre la durée du jour et la durée de la nuit, est toujours d'autant plus grande, que le lieu dont il s'agit a plus de latitude.

ÉTENDUE. Ce mot exprime une de ces idées qui entrent comme élémens dans nos diverses conceptions et qui échappent par leur simplicité à toute espèce d'analyse. Les anciens ont fait des efforts inutiles pour en donner une définition satisfaisante. En vain se sont-ils épuisés en discussions et en recherches pour savoir si elle constitue l'essence des corps. La solution de ce problème tient à la connoissance de la nature de la matière, qui a échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens. Dans l'état actuel de nos connoissances, bornons-nous à ce que le rapport des sens nous apprend au sujet de l'étendue : nous concevons qu'il y a étendue partout où il y a contiguité et distinction des parties. L'étendue ainsi conçue, a toujours trois dimensions, longueur, largeur et profondeur. Le géomètre considère, mesure même chacune de ces dimensions séparément. Le physicien ne les isole jamais ; il étudie les corps tels qu'ils lui sont offerts par la nature, et la nature n'en présente aucun qui n'ait ces trois dimensions réunies.

ÉTHER. Fluide d'une odeur forte, d'une saveur piquante et d'une pesanteur spécifique moindre que celle de l'alcool. Sa volatilité est telle, que la plus légère agitation suffit pour déterminer son évasion ; et alors le froid produit est tel, qu'il peut faire geler l'eau d'un vase entouré de linge sur lequel il s'évapore. Il passe à l'état de gaz éthéré dont la combustion est vive et rapide : on l'emploie utilement pour les expériences électriques et pour charger les pistolets de Volta.

L'éther s'allume facilement par l'étincelle électrique ou même par l'approche d'un corps enflammé. Il répand une flamme blanche et éclatante, qui laisse une trace noire à la surface des corps qui éprouvent son influence.

L'éther dissout les huiles volatiles et les résines, comme l'alcool ; il dissout très-bien la résine élastique, appelée improprement gomme élastique. On la dispose à cette dissolution en la faisant gonfler dans l'eau bouillante ; on la coupe ensuite en petits fragmens.

ÉTINCELLES. Ce mot est consacré à exprimer les traits de feu qui éclatent entre un corps fortement électrisé et le doigt ou tout autre corps conducteur qu'on lui présente.

ÉTOILE POLAIRE. C'est le nom qu'on a donné à l'étoile située à l'extrémité de la queue de la petite Ourse, parce qu'elle est la plus voisine du pole boréal. Comme cette étoile sert utilement à déterminer la latitude ou l'élévation du pole, il importe d'avoir un moyen facile de la reconnoître. Il faut pour cela chercher dans le ciel, vers le nord, un arrangement de sept étoiles qui forment une constellation connue sous le nom de *grande Ourse*, et qu'on nomme vulgairement *Charriot de David*. De ces sept étoiles quatre forment une espèce de carré qui représente le corps de l'animal, et les trois autres en représentent la queue. Cette constellation étant une fois connue, on conçoit une ligne droite qui, passant par les deux

premières étoiles du carré, aille aboutir à une autre étoile brillante de la seconde grandeur. Cette dernière se trouve à l'extrémité de la queue de la petite Ourse et se nomme étoile polaire. Elle reçut ce nom de ceux qui l'observèrent les premiers ; parce qu'étant très-peu distante du pole ou du point sur lequel le ciel paroît tourner, elle décrit autour de ce point un cercle si petit, qu'il est presqu'insensible, en sorte qu'on la voit constamment vers le même point du ciel.

Il importe néanmoins d'observer que la distance de l'étoile polaire au pole éprouve annuellement de légères variations. *Cassini* et le P. *Riccioli* observèrent à Bologne, en 1686, la distance de cette étoile au pole de 2° 32′ 30″. *Maraldi* détermina, en décembre 1732, cette distance à 2° 7′ 9″ ; d'où il suit que dans l'intervalle de soixante-seize ans, la distance de l'étoile polaire au pole est diminuée de 25′ 21″, et conséquemment que sa diminution annuelle est de 20 secondes. Cette variation de la distance de l'étoile polaire au pole est parfaitement conforme aux observations de *Ticho-Brahé* et à celles du mouvement des autres étoiles fixes.

ÉTOILE TOMBANTE. On a donné ce nom à un petit globe qui répand une clarté plus ou moins vive et qu'on voit quelquefois voltiger dans le sein de l'atmosphère. Le spectacle que présente ce météore est assez semblable à celui qu'offriroit l'aspect d'une étoile qui se détachant de la voûte céleste, se précipiteroit vers la surface de la terre; et c'est sans doute cette ressemblance qui lui a fait donner le nom d'*étoile tombante*.

Il existe probablement dans les hautes régions de l'atmosphère de grandes masses de gaz hydrogène dont l'inflammation déterminée par le rétablissement d'équilibre du fluide électrique donne naissance aux étoiles tombantes, ainsi qu'à ces traînées de lumière qui se montrent le plus souvent pendant les ardeurs de l'été.

ÉTOILES. Corps célestes qui brillent d'une lumière qui leur est propre à une distance immense de nous.

Si l'on considère les étoiles à la faveur du télescope, elles ne présentent que des points lumineux aux regards de l'observateur, tandis que, à œil découvert, elles ont une grandeur apparente sensible, qui est l'effet de la scintillation : en cela les étoiles diffèrent des planètes, dont le télescope aggrandit considérablement les dimensions. La petitesse du diamètre apparent des étoiles prouve qu'elles sont beaucoup plus éloignées de nous que les planètes, et cette opinion se fortifie en faisant attention que leur parallaxe horizontale est insensible. La vivacité de la lumière des plus brillantes étoiles, comparée à l'immensité de leur distance, ne nous permet pas de douter qu'elles brillent d'une lumière qui leur est propre; et comme les étoiles les plus petites sont soumises aux mêmes mouvemens que les plus brillantes, et que leur situation respective est constante, il est infiniment probable que toutes les étoiles sont de la même nature ; qu'elles sont toutes des corps lumineux, ayant plus ou moins de volume, situées à différentes distances dans l'immensité de l'espace, et qui, semblables à l'astre qui nous éclaire, peuvent être les foyers d'autant de systèmes planétaires.

Pour distinguer les étoiles, on les

rapporte à différentes figures que l'on conçoit dans les cieux et qu'on nomme constellations. (*Voyez* CONSTELLATIONS).

Les différentes nuances qu'on observe dans la vivacité de la lumière des étoiles, ont porté les astronomes à les diviser en différentes classes. Les plus brillantes s'appellent étoiles de la première grandeur, les autres de la seconde, et ainsi de suite.

Herschel vient d'appliquer ses excellens télescopes à la recherche des étoiles qu'il a classées de la manière suivante :

1°. *Étoiles isolées.* Il donne ce nom à des étoiles qui sont aussi éloignées les unes des autres que l'est notre soleil de Syrius ou d'Arcturus. On peut les regarder comme assez indépendantes les unes des autres pour mériter le nom d'étoiles isolées. Chacune d'elles peut être le foyer d'un système planétaire et cométaire.

2°. *Étoiles doubles.* Ce qui constitue un système d'étoiles doubles est la double condition que deux étoiles soient réellement assez voisines l'une de l'autre et d'ailleurs assez distantes des autres étoiles pour n'être pas sensiblement influencées par leur attraction et pour demeurer unies par leur gravitation réciproque.

3°. *Étoiles triples, quadruples, quintuples et multiples.*

Il faut dire des étoiles triples, quadruples, quintuples et multiples ce que nous avons dit des étoiles doubles.

Peut-être, dit *Herschel*, bien des personnes pourroient regarder ces spéculations comme oiseuses ; mais ces combinaisons d'étoiles existent réellement et je pourrois en indiquer par milliers. Il ne se passe pas une seule nuit dans laquelle, en *balayant* le ciel avec mes grands télescopes, je ne rencontre des collections nombreuses d'étoiles doubles, triples, quadruples, quintuples et multiples, isolées en apparence et formant probablement autant de systèmes sydéraux.

4°. *Des amas d'étoiles* ou *de la Voie lactée.*

Des étoiles *quadruples, quintuples et multiples*, on est naturellement conduit à considérer les vastes rassemblemens d'étoiles disséminées avec profusion dans la Voie lactée. Cette immense aggrégation n'est point uniforme ; il y a çà et là des amas plus serrés, ailleurs des espaces vacans. Par un calcul fondé sur des observations qui établissent le nombre d'étoiles qu'on peut compter dans le champ du télescope, il paroît que l'espace compris entre les étoiles β et γ du Cigne, comprend deux amas distincts d'étoiles montant à 331000. La blancheur de la Voie lactée dépend d'un amas d'étoiles.

5°. *Groupes d'étoiles.* Le groupe d'étoiles est une collection d'étoiles dans laquelle elles sont entassées presque uniformément, sans que leur ensemble affecte aucune figure.

6°. *Pelotons d'étoiles.* Leur forme est ordinairement arrondie, et la compression des étoiles qui les composent indique une accumulation graduée.

7°. *Nébulosités.* Les objets curieux qui, à raison de leur prodigieuse distance, ne peuvent être aperçus qu'avec des instrumens de la plus grande force, peuvent être ou des amas, ou des pelotons, ou des groupes d'étoiles placés à une distance prodigieuse.

8°. *Des étoiles à auréoles* ou

des nébuleuses étoilées. Peut-être ne sont-elles que des pelotons d'étoiles dont la lumière est tellement rassemblée vers le centre, qu'il en reste seulement autour une portion qui forme l'auréole.

Herschel distingue encore des *nébulosités lactées*, des *étoiles nébuleuses* et des *nébuleuses planétaires*, ayant un centre distinct; mais il n'a encore que des conjectures à proposer sur la cause de toutes ces nébulosités.

Herschel calculant ensuite la vitesse de la lumière, pénètre par ce moyen dans le passé. Les rayons qui arrivent de Syrius, une des étoiles les plus voisines du soleil, demeurent six ans quatre mois et demi en route; d'où il suit que les rayons qui viennent d'une nébuleuse, qu'on doit regarder comme une étoile de la treize cent quarante-deuxième grandeur, doivent avoir été près de deux millions d'années en chemin: ainsi *les nébuleuses existent au moins depuis deux millions d'années.*

Certaines étoiles sont appelées changeantes, parce qu'elles brillent d'une lumière dont l'intensité éprouve des changemens périodiques. On en a vu se montrer subitement et s'évanouir ensuite après avoir répandu une clarté resplendissante. Telle fut la fameuse étoile qui parut en 1572 dans la constellation de *Cassiopée.* Sa clarté fut en peu de temps éblouissante; elle s'affoiblit ensuite au point que l'étoile devint invisible seize mois après son apparition, sans avoir changé de place dans le ciel. Sa couleur fut d'abord d'un blanc éclatant, ensuite d'un jaune rougeâtre, et enfin d'un blanc plombé. Il est probable que ces phénomènes dépendent des taches très-étendues que les étoiles nous présentent périodiquement en tournant sur elles-mêmes, à peu près comme le dernier satellite de Saturne et l'interposition des grands corps opaques qui circulent autour d'elles. Quant aux étoiles qui ont paru presque tout à coup avec une éclatante lumière pour disparoître subitement, on peut soupçonner que des causes extraordinaires ont produit quelqu'embrasement à leur surface. Le changement de couleur, semblable à celui que présentent sur la terre des corps que nous voyons s'enflammer et s'éteindre, vient à l'appui de cette conjecture.

Les étoiles sont animées de différens mouvemens apparens, indépendans de ceux que doit faire naître dans les astres la rotation de la terre et sa translation dans l'écliptique.

1°. On a reconnu que la longitude des étoiles augmente chaque année d'environ 50 secondes 21 tierces. Ce mouvement s'effectue d'occident en orient autour des pôles de l'écliptique, et sa révolution entière ne s'achève que dans l'espace d'environ 25,748 ans. On attribue ce mouvement au mouvement réel des équinoxes, qui rétrogradent chaque année d'environ 50 secondes 20 tierces, ce qui doit faire augmenter la longitude des étoiles de la même quantité, et c'est en cela que consiste le phénomène connu sous le nom de *précession des équinoxes.*

2°. *Bradley* a observé dans les étoiles un mouvement d'environ 9 secondes, dont l'apparence a pour cause le mouvement réel du pôle de l'équateur terrestre qui décrit d'un mouvement rétrograde un cercle dont le centre est le lieu moyen du pôle, et qui a environ 18 secondes de dia-

mètre. Ce mouvement est ce qu'on appelle *nutation*, et sa période répond exactement à celle des nœuds de la lune, c'est-à-dire, qu'elle est d'environ 19 ans.

3°. Les mouvemens que nous venons de décrire n'altèrent point la situation que les étoiles ont les unes par rapport aux autres. *Bradley* a reconnu un autre mouvement par lequel chaque étoile décrit dans l'espace d'une année une petite circonférence parallèle à l'écliptique, qui a pour centre la position moyenne de l'étoile, dont le diamètre est d'environ 40 secondes, et dont la projection sur la surface de la voûte céleste paroît sous la forme d'une ellipse plus ou moins applatie, suivant la hauteur de l'étoile au-dessus de l'écliptique. Ce mouvement, qui cause de légers changemens dans la position respective des étoiles, prend naissance dans le mouvement de translation de la terre, combiné avec celui du fluide lumineux que nous envoient les étoiles. (*Voyez* ABERRATION DES ETOILES.)

ÉVAPORATION. Lorsqu'une masse d'eau est exposée à l'influence de l'air atmosphérique, elle diminue de volume, et les molécules qui l'abandonnent s'élèvent dans le sein de l'atmosphère. Tel est le phénomène connu sous le nom d'*évaporation*. Son existence n'a jamais été contestée; mais les physiciens ne sont pas encore d'accord sur la cause qui le fait naître.

Les uns prétendent, avec *Deluc*, que dans l'acte de l'évaporation le calorique qui abandonne les corps environnans donne aux molécules aqueuses la fluidité aériforme et une légèreté qui détermine leur élévation dans des régions élevées de l'atmosphère. Dans cette hypothèse le calorique est le seul agent, et l'air n'a aucune influence sur la production du phénomène.

Muschembrok reconnoît la faculté dissolvante de l'air, sans cependant lui attribuer exclusivement l'existence du phénomène. Suivant lui plusieurs causes se combinent dans sa production, et le calorique est celle qui a le plus d'influence. (*Voyez* ses Essais de physique, premier volume, pag. 442. Leyde, 1739.)

Leroi a annoncé le premier aux savans que l'air dissout l'eau en raison de sa température et de sa densité; d'où il suit qu'il l'enlève ou la laisse précipiter, suivant que ces deux élémens dont se compose sa faculté dissolvante augmentent ou diminuent.

Les expériences qui justifient l'assertion de *Leroi* sont des expériences familières que j'ai décrites en traitant des propriétés de l'air. (*Voyez* le mot AIR, article qui traite de sa faculté dissolvante.)

Ces expériences ne laissent aucun doute sur la véritable cause de l'évaporation. Ce phénomène est dû à l'attraction que l'air exerce sur les molécules aqueuses qui sont en contact avec lui; et si le calorique abandonne les corps environnans dans l'acte de la production du phénomène, c'est très-probablement l'attraction de l'air qui détermine cet abandon en donnant aux molécules aqueuses plus de capacité pour contenir ce fluide, dont la présence favorise leur passage à l'état élastique.

Pour confirmer le principe qui nous occupe, il suffit de remarquer,

1°. Que la présence de l'air est nécessaire à l'évaporation;

2°. Que les molécules situées à la surface de l'eau sont les seules qui soient soumises à l'évaporation : de là vient sans doute que, toutes choses égales d'ailleurs, l'évaporation est d'autant plus abondante que l'eau se présente à l'air par une plus grande surface;

3°. Que la neige et la glace sont susceptibles d'évaporation, comme l'attestent les expériences souvent répétées de *Saussure* et de *Muschembrok*. (*Voyez les Essais de physique de Muschembrok*, premier volume, pag. 442);

4°. Que plusieurs phénomènes atmosphériques s'expliquent, d'après ce principe, avec la plus grande facilité. (*Voyez* les mots Pluie, Rosée, Brouillards, etc. etc.)

Ici se présente la question de savoir si l'eau dissoute par l'air exerce quelque influence sur l'état de ce fluide. *Saussure* a reconnu le premier que sa présence augmente l'élasticité de l'air qui la tient en dissolution; il a même apprécié cette augmentation par l'expérience suivante. (*Essai sur l'hygrométrie*, n°. 108.) *Saussure* introduisit à plusieurs reprises un linge mouillé dans une masse d'air déterminée et desséchée autant qu'il est possible, et il observa qu'une colonne de mercure soumise à la pression de cet air montoit graduellement à mesure qu'il dissolvoit de l'eau. A une température de 15 degrés du thermomètre de *Réaumur*, la quantité de vapeur capable de saturer l'air augmenta l'élasticité de ce fluide, de manière qu'au lieu d'une pression de 27 pouces à laquelle il faisoit auparavant équilibre, il en soutenoit alors une de 27 pouces 6 lignes.

Saussure tire de cette expérience les conclusions suivantes :

1°. L'eau dissoute par une masse d'air, augmente l'élasticité de ce fluide.

2°. L'eau dissoute par une masse d'air, est un fluide élastique capable de soutenir seul une pression égale à l'accroissement d'élasticité qu'il communique à l'air.

3°. Une masse d'air saturée d'eau en vapeurs à 15^{d}, a besoin d'une pression de 27 pouces 6 lignes, pour continuer d'être resserrée dans l'espace qu'elle occupoit auparavant sous une pression de 27 pouces; et conséquemment si cette masse d'air n'est soumise encore qu'à cette dernière pression, les molécules de la vapeur exerceront, en vertu de leur force élastique, une force répulsive sur les molécules de l'air, en même temps qu'en vertu de sa force attractive, l'air tiendra la vapeur aqueuse dans l'état de dissolution, et le volume de la masse se trouvera augmenté de $\frac{1}{5}$; mais comme, suivant *Saussure*, la densité de la vapeur est à celle de l'air, à peu près dans le rapport de 10 à 14, le volume augmentera dans un plus grand rapport que la masse : d'où il résulte que la pesanteur spécifique de l'air diminue à mesure qu'il tient une plus grande quantité d'eau en dissolution.

Dalton s'est occupé de déterminer les dilatations qu'un gaz éprouve, ou, ce qui est la même chose, de combien son élasticité se trouve augmentée à une température donnée, par son union avec une vapeur dont on connoît l'élasticité à la même température.

Dans les expériences qu'il a faites pour résoudre cet intéressant problème, il a employé un tube de verre droit et cylindrique, scellé hermétiquement à une de ses extrémités, de $\frac{1}{6}$ de pouce de diamètre intérieur, et divisé en parties égales. On introduisoit au fond du tube une goutte ou deux du liquide à soumettre à l'expérience, et après avoir bien desséché le tube en dedans, on y laissoit entrer l'air commun ou tel autre gaz, et on l'enfermoit par une colonne de mercure, longue depuis $\frac{1}{10}$ de pouce jusqu'à 30 pouces suivant les circonstances. On plongeoit ensuite l'extrémité fermée du tube dans de l'eau d'une température donnée, et on observoit, par le mouvement du mercure, l'expansion du gaz et de la vapeur unie avec ce gaz.

Voici la formule simple de la dilatation combinée, dans le cas du mélange de la vapeur et du gaz, telle qu'elle résulte de toutes les expériences que *Dalton* a faites entre les températures de la glace fondante et de l'eau bouillante.

Exprimons par 1 l'espace occupé par un gaz sec dans une température donnée; par P, la pression qu'il éprouve, exprimée en pouces de mercure; par F, la force élastique de la vapeur du liquide, dans cette même température et dans le vide : au moment du mélange, une dilatation a lieu, mais en même temps la pression P diminue de la quantité F : donc, puisque les dilatations ou les volumes sont en raison inverse des pressions, l'espace occupé par l'air après la dilatation, que je désigne par x : 1 :: P : P — F donc

$$x = \frac{P}{P-F}.$$

Ainsi dans le cas de la vapeur aqueuse mêlée à l'air, supposant P = 27 pouces et F = $\frac{1}{2}$ pouce, la formule devient $x = \frac{27}{27-\frac{1}{2}} = \frac{54}{53}$: c'est-à-dire, que dans ce cas, l'air s'est dilaté dans le rapport de 53 à 54 : ce qui conduit au résultat de *Saussure* dont nous avons déjà parlé.

Si P = 30 pouces et F = 15 pouces, nous aurons $x = 2$.

Si F = P la force élastique de la vapeur fait équilibre à la pression que l'air soutenoit, et comme elle est constante pendant tout le temps de la dilatation, à cause de la nouvelle vapeur qui se forme continuellement, la dilatation n'a plus de terme : ainsi l'on a

$$x = \frac{P}{0} = \infty$$

Dalton examine ensuite (*Voyez Biblioth. britann.*, n°. 160, pag. 338 et suiv.) les différentes suppositions qu'on peut faire sur les rapports de deux gaz qui occupent ensemble un espace. Voici celle qu'il adopte :

Les molécules de l'un des deux fluides peuvent n'exercer ni attraction, ni répulsion sur celles de l'autre; c'est-à-dire, que dans cette supposition, elles seront soumises aux lois des corps élastiques.

Dans cette hypothèse, si l'on mêle ces deux fluides, ils se distribueront de manière que leurs forces réunies égaleront la pression de l'atmosphère. Chacun des deux ne sera pour l'autre qu'un obstacle qui occupera l'espace laissé vide entre les molécules homogènes; la pression exercée sur une molécule donnée d'un fluide mixte ainsi composé, proviendra exclusivement de l'action répulsive des molécules homogènes.

Ainsi, suivant *Dalton*, tous les composans de l'atmosphère, le gaz oxigène, le gaz azote, la vapeur aqueuse, etc., s'arrangent ensemble sans exercer l'un sur l'autre aucune action et se partagent proportionnellement la pression de l'atmosphère.

Le gaz azote soutient à lui seul 21, 2 pouces anglais de mercure dans le baromètre.

Le gaz oxigène en soutient 7, 8; l'un et l'autre de ces gaz ne changent d'état par aucun refroidissement connu.

La vapeur aqueuse varie en quantité, à raison de la température.

Berthollet combat l'opinion de *Dalton* avec des armes puissantes que nous allons emprunter. (Voy. *Statique chimique*, première partie, pag. 487.)

1°. Le gaz nitreux et le gaz oxigène, le gaz ammoniac et le gaz muriatique, exercent une attraction réciproque qui détermine leur combinaison.

2°. Le gaz hydrogène et le gaz oxigène forment de l'eau dans une circonstance donnée; le gaz azote et le gaz oxigène peuvent aussi produire de l'acide nitrique. Mais l'attraction réciproque qui détermine les combinaisons ne peut être considérée comme une force qui prend naissance au moment même qu'elle se manifeste; elle a dû exister long-temps avant que de produire son effet, et s'accroître progressivement jusqu'à ce qu'elle soit devenue prépondérante.

3°. Lorsqu'on met sur du gaz acide carbonique du gaz hydrogène, ce n'est qu'après quelques jours que le mélange devient uniforme : si le premier n'offroit au gaz acide qu'un espace vide, celui-ci devroit s'y élancer avec rapidité; mais, dira-t-on, le gaz hydrogène présente un obstacle qu'il faut surmonter? Si cet obstacle est une force méchanique, il faut que l'action élastique devienne plus puissante que lui; mais alors l'un et l'autre gaz doivent continuer d'agir l'un sur l'autre par leur élasticité.

Dalton a rejeté l'attraction chimique entre les gaz, parce que l'exercice de cette force est accompagné de dégagement de calorique et d'un changement dans les densités, phénomènes que ne présente pas le simple mélange.

Ces effets de l'attraction ont certainement lieu lorsqu'elle est assez puissante pour les produire, ou lorsqu'ils ne sont point déguisés par des effets contraires; mais il arrive souvent que l'attraction est trop foible, pour causer un changement de dimension ou de température, ou même des causes plus puissantes ne laissent paroître qu'un effet contraire.

Le mercure qui adhère à la surface d'une lame métallique, y exerce bien une action, et néanmoins il ne produit aucun changement de dimension : si la cohésion n'y mettoit obstacle, il dissoudroit complétement le métal en vertu de la même force qui le fait adhérer à sa surface.

Un sel ne se dissout dans l'eau qu'en vertu de la force d'attraction, et loin qu'il y ait diminution de volume il y a dilatation, et au lieu d'y avoir dégagement de calorique, il s'en fait une absorption.

Ce que nous avons dit, suffit pour faire voir que l'hypothèse de *Dalton* ne peut se concilier avec les idées saines qu'on doit avoir de l'attraction chimique, et que conséquemment la seule hypothèse admissible est celle d'après

laquelle la vapeur élastique prend, par l'action d'un gaz, les propriétés d'un gaz permanent, c'est-à-dire, qu'elle s'introduit dans l'air, comme le feroit une nouvelle quantité de cet air qui auroit la même élasticité que la vapeur. Elle écarte, par sa force élastique, les molécules de l'air entre lesquelles elle s'introduit, et toute la masse prend une densité uniforme, telle qu'après sa dilatation, elle fait équilibre à la pression qui se partage également entre toutes ses parties. Au reste tous les phénomènes que donne l'expérience s'expliquent dans cette dernière hypothèse, d'une manière naturelle et avec la plus grande facilité.

EUDIOMÈTRE. On a donné ce nom aux moyens qu'on emploie pour mesurer le degré de pureté de l'air, c'est-à-dire pour déterminer les proportions de gaz azote et de gaz oxigène dont il se compose, en comprenant sous la dénomination d'eudiomètre, et la substance qui se combine avec l'oxigène, et l'appareil dont on se sert pour mesurer l'effet qu'elle produit.

Priestley a eu le premier l'idée de mesurer la pureté de l'air par la diminution qu'il éprouve par son mélange avec le gaz nitreux. *Fontana* imagina ensuite, pour rendre l'épreuve plus exacte, un appareil qui reçut le nom d'eudiomètre de *Fontana*.

On ne tarda pas à reconnoître que cet eudiomètre donne des résultats qui varient suivant la température, l'agitation, la proportion, les qualités de l'eau, et même les dimensions de l'appareil. *Cavendisch* a tâché de faire disparoître ces causes d'incertitude, et le moyen qu'il a employé consiste à faire parvenir le gaz nitreux dans l'air bulle à bulle, en établissant une égalité parfaite dans toutes les parties du procédé; mais il paroît que si l'on néglige quelqu'une des circonstances qui ont fixé son attention, il n'est plus possible de tirer des épreuves aucun résultat comparatif.

1°. Lorsqu'on ne remue pas le vase dans lequel on fait le mélange de gaz nitreux et d'air, la diminution est plus lente et plus foible que lorsqu'on l'agite, et la différence est dans le rapport de 99 à 108.

2°. Celle qui provient du temps employé pour introduire par bulles un gaz dans l'autre, est encore plus grande.

3°. L'eau distillée produit une plus grande diminution que celle qui ne l'est pas.

4°. L'eau qui a été en contact avec le gaz nitreux, produit une diminution plus petite que celle qui ne l'a pas été.

5°. Si l'eau contient de l'oxigène, elle cause une plus grande diminution que si elle a été quelque temps en contact avec le gaz azote.

6°. Si l'on fait passer l'air dans le gaz nitreux, la diminution est plus grande que si l'on fait passer le gaz nitreux dans l'air.

Volta a imaginé un eudiomètre qui mérite la préférence sur celui de *Fontana*. Il consiste dans un tube cylindrique de verre, bien calibré et gradué, ouvert par un bout et fermé par l'autre. A l'extrémité ouverte on adapte une garniture avec un robinet. L'air qu'on veut éprouver est introduit dans le tube avec du gaz hydrogène. On ferme le robinet, et l'on enflamme le mélange par l'étincelle électrique. La détonation faite, on le rouvre sous

l'eau, qui, en montant dans le tube, indique l'absorption qui a eu lieu.

Cet eudiomètre a l'avantage de faire connoître les proportions de gaz oxigène; il offre d'ailleurs moins d'incertitude que celui de *Fontana*. Il présente néanmoins quelques inconvéniens.

1°. Il ne peut être employé à l'épreuve de l'air, dans lequel l'oxigène ne se trouve qu'en petite portion; car alors l'inflammation n'a pas lieu.

2°. Si l'on n'ajoute le gaz hydrogène que par parties, ou même si les proportions des deux gaz sont à peu près équivalentes, il y a une portion de gaz oxigène qui échappe à la combustion, et cette portion varie suivant la quantité du résidu non inflammable. On peut éviter, en grande partie, cette cause d'erreur, en faisant passer l'air qu'on veut éprouver dans une plus grande quantité de gaz hydrogène qu'il n'en faut pour sa combustion. On évite, par le même moyen, la formation d'un peu d'acide nitreux qui altère l'exactitude du résultat.

Un grand nombre de substances se combinent avec l'oxigène, sans qu'il s'en dégage aucun gaz et sans absorption de gaz azote; on a choisi celles dont l'action est assez forte pour enlever promptement à l'azote tout l'oxigène qu'il tend à retenir; et l'on a formé avec ces substances de nouveaux eudiomètres qui n'exigent qu'un tube gradué avec exactitude.

Le mélange de soufre et de limaille de fer agit avec promptitude; mais son action a deux causes d'incertitude; 1°. Lorsque le gaz oxigène est absorbé, il peut se dégager du gaz hydrogène sulfuré; peut-être même ces deux effets ont-ils lieu en même temps, et c'est à cette cause que *Macarty* attribue (*Journal de Physique*, tome LII.) la diminution un peu moins grande qu'il a obtenue en employant ce mélange, que lorsqu'il s'est servi d'un sulfure d'alcali. 2°. Il se produit un peu d'ammoniaque d'après les observations de *Kirwan*.

Les sulfures d'alcali dissous dans une petite quantité d'eau ne partagent aucun de ces inconvéniens. Du moment que le gaz oxigène est absorbé, son action cesse, et le résidu n'éprouve plus de diminution; ce qui prouve qu'il n'a point d'attraction pour l'azote. Cependant *Macarty* prétend que le sulfure absorbe une portion d'azote, et que ce n'est que lorsqu'il en est saturé, que son action est bornée à la condensation du gaz. D'ailleurs les sulfures d'alcali exigent un temps assez long pour que leur opération soit achevée; temps qu'il faut prolonger pour être assuré qu'elle est terminée, parce que aucun autre indice que la diminution du volume du gaz, n'annonce sa fin; mais on peut l'abréger par l'agitation.

Le phosphore a été aussi employé comme moyen eudiométrique; lorsque sa combustion est lente, elle a l'avantage d'être plus expéditive que l'action des sulfures; elle indique d'ailleurs la fin de l'opération par la disparition du nuage lumineux qui l'accompagne; mais tandis que le phosphore absorbe l'oxigène, l'azote dissout du phosphore, ou plutôt l'oxigène se combine successivement avec le phosphore qui a été dissous par l'azote, et celui-ci reste saturé de phosphore qui a pris l'état aériforme: d'où résulte une augmentation dans le volume de l'azote. Cette augmentation est indifférente lorsqu'on veut simple-

ment comparer l'état de deux airs; mais elle exige une correction, si l'on veut déterminer la quantité du gaz oxigène par celle du résidu. L'expérience a appris à *Berthollet* qu'il falloit soustraire $\frac{1}{40}$ du volume du dernier.

Davy a employé comme moyen eudiométrique le sulfate ou le muriate de fer, imprégné de gaz nitreux (*Voyez* la Bibliothèque britannique, tome XVII.); cette dissolution, surtout celle par le muriate de fer, opère l'absorption du gaz oxigène dans quelques minutes; mais il faut, d'après *Davy*, saisir le moment de la plus grande diminution, parce que le gaz nitreux est décomposé en partie, et qu'à mesure que le sel de fer devient plus oxidé, il se dégage et du gaz nitreux et du gaz azote.

D'après ce que nous avons dit, il est aisé de voir que l'*eudiométrie* est bien loin d'avoir atteint sa limite de perfection: de là cette discordance dans les proportions que donnent différens chimistes de l'oxigène et de l'azote dont se compose l'atmosphère. *Macarty* établit la proportion de l'oxigène de 21 à 23. Des expériences multipliées faites par *Berthollet* avec exactitude, paroissent prouver que la véritable proportion est de 0,22 de gaz oxigène, et une fraction. *Davy* ne porte qu'à 0,21 la proportion de l'oxigène.

Au milieu de ces incertitudes, *Humbold* et *Gay-Lussac* ont entrepris un travail qui a pour but de les fixer; ils ont trouvé que le sulfure alcalin, le phosphore et le gaz nitreux (même en combinant l'action du dernier avec celle du sulfate de fer ou de l'acide muriatique oxigéné, et de la potasse) ne donnent de l'exactitude qu'à un ou deux centièmes près. L'eudiomètre de *Volta* leur paroît le plus exact, et le seul qui indique jusqu'à deux millièmes d'oxigène. Quant aux proportions des élémens dont se compose l'air atmosphérique, ils pensent qu'il contient constamment 0,210 d'oxigène, 0,786 d'azote et 0,004 d'acide carbonique. (*Journal de Physique*, nivôse an 13, page 99).

EXCENTRICITÉ. On appelle excentricité de l'orbe d'une planète, la distance qu'il y a du centre de l'ellipse que décrit la planète à l'un de ses foyers. On trouvera au mot qui désigne chaque planète, quelle est l'excentricité de l'orbe qu'elle décrit.

EXCITATEUR. Les physiciens électriciens ont donné ce nom à une tige métallique terminée par deux petits globes de même matière, et brisée par le milieu, de manière que tenant la tige par le milieu, l'on peut à volonté écarter ou rapprocher les deux branches. Cet instrument sert principalement à décharger une bouteille de Leyde, en faisant communiquer ses deux surfaces.

EXHALAISONS. C'est ainsi qu'on nomme les parties volatiles des corps qui, à l'aide du calorique, acquièrent une légèreté qui détermine leur élévation dans l'atmosphère.

Parmi le grand nombre de substances qui s'exhalent des corps, celles qui tiennent de la nature de l'eau se nomment vapeurs; toutes les autres sont connues sous le nom d'*exhalaisons*.

EXPANSIBILITÉ. Propriété en vertu de laquelle les fluides élastiques tendent sans cesse à occuper un plus grand espace. Cette tendance a toujours son effet lorsqu'on diminue la

force comprimante. Si cette force devenoit nulle, les molécules des fluides élastiques s'écarteroient continuellement dans l'espace, et cet écartement n'auroit d'autre terme que celui où la pesanteur des molécules, qui tend sans cesse à les ramener vers le centre de la terre, seroit en équilibre avec leur élasticité.

EXPANSIBLE. On donne cette épithète aux substances qui ont la propriété de tendre sans cesse à occuper un espace plus grand que celui qu'elles occupent. Toutes ces substances sont nécessairement compressibles et élastiques (*Voyez* EXPANSIBILITÉ).

EXPANSION. Acte par lequel un corps se dilate, au point d'occuper un plus grand espace, quelle que soit la cause qui fasse naître la force répulsive de ses molécules (*Voyez* EXPANSIBILITÉ).

EXPÉRIENCE. C'est ainsi qu'on nomme une épreuve propre à démontrer la vérité ou la fausseté de quelque fait énoncé.

En physique nous n'avons de connoissance certaine qui ne soit basée sur l'expérience; c'est par elle que nous interrogeons la nature, et que souvent nous lui arrachons des secrets. Mais il faut pour cela que l'expérience soit bien faite, c'est à dire avec des instrumens portés au degré de précision dont ils sont susceptibles, et dirigés par un observateur habile, qui sache écarter toute cause étrangère à la production du phénomène, et démêler avec adresse les circonstances accessoires dont l'influence peut altérer le résultat.

EXPÉRIMENTAL. On donne cette épithète à tout ce qui est fondé sur l'expérience.

EXPLOSION. On a donné ce nom à l'effet que produit une grande et subite dilatation d'un corps quelconque. Lorsqu'on enflamme de la poudre à canon, elle se réduit subitement en fluides élastiques, et fait une explosion d'autant plus grande, que la quantité de la poudre enflammée est plus considérable. Si l'on fait chauffer de l'eau dans un vaisseau exactement fermé, et que l'action du calorique soit assez puissante pour donner à l'eau une force expansive qui l'emporte sur la résistance du vaisseau, elle le fait crever, se réduit subitement en vapeurs, et fait une explosion capable d'efforts prodigieux (*V.* MARMITE DE PAPIN et POMPE A FEU).

Le bruit qui se fait entendre dans de semblables circonstances, a pour cause le choc de l'air par la vapeur dilatée.

FIN DU PREMIER VOLUME.

SBN
(1800)

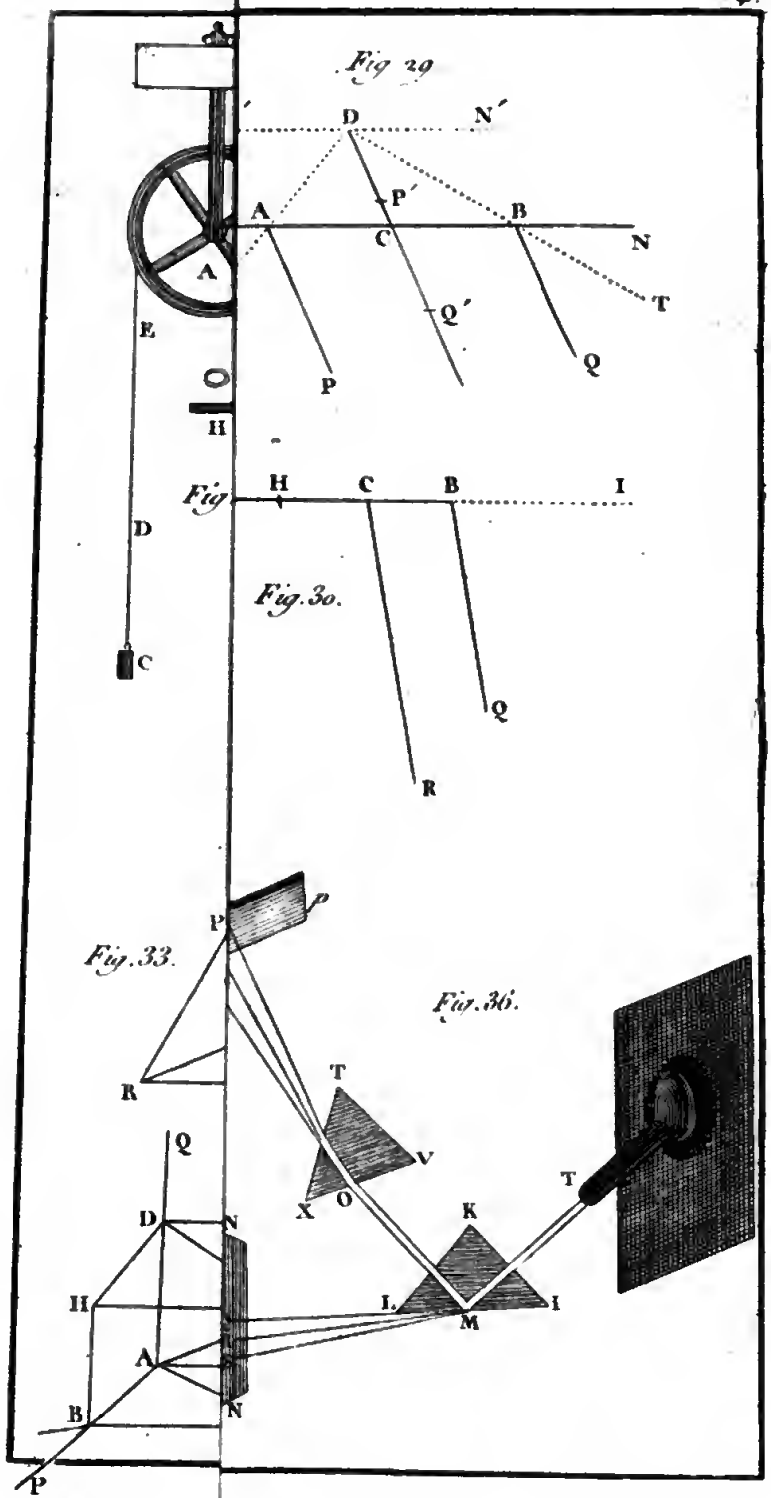


Fig 29
D
N'
A
P'
B
C
N
T
Q'
E
P
Q
H
Fig
H
C
B
I
D
Fig. 30.
C
Q
R
P
P
Fig. 33.
Fig. 36.
R
T
V
Q
X
O
T
D
N
K
H
L
I
M
A
B
N
P

NAPOLI

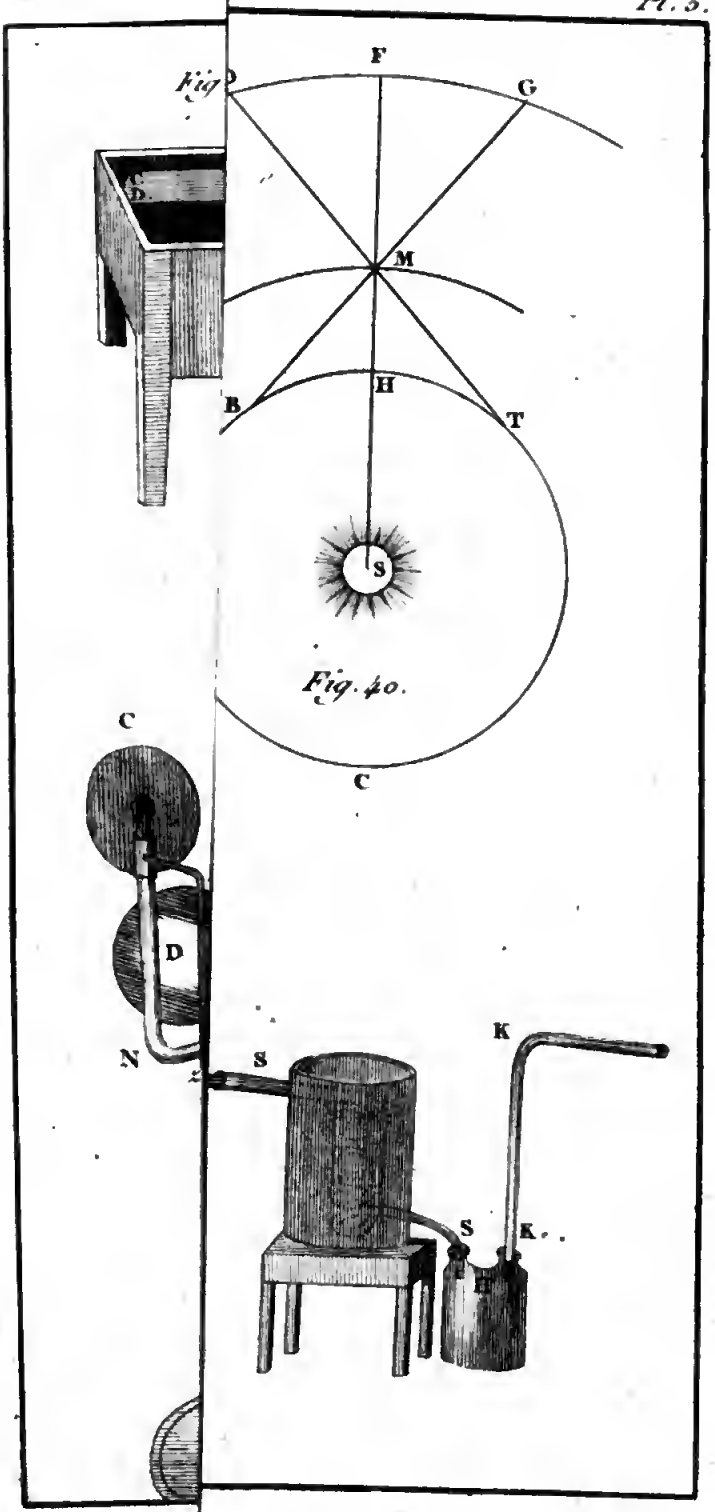


Fig. 40.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

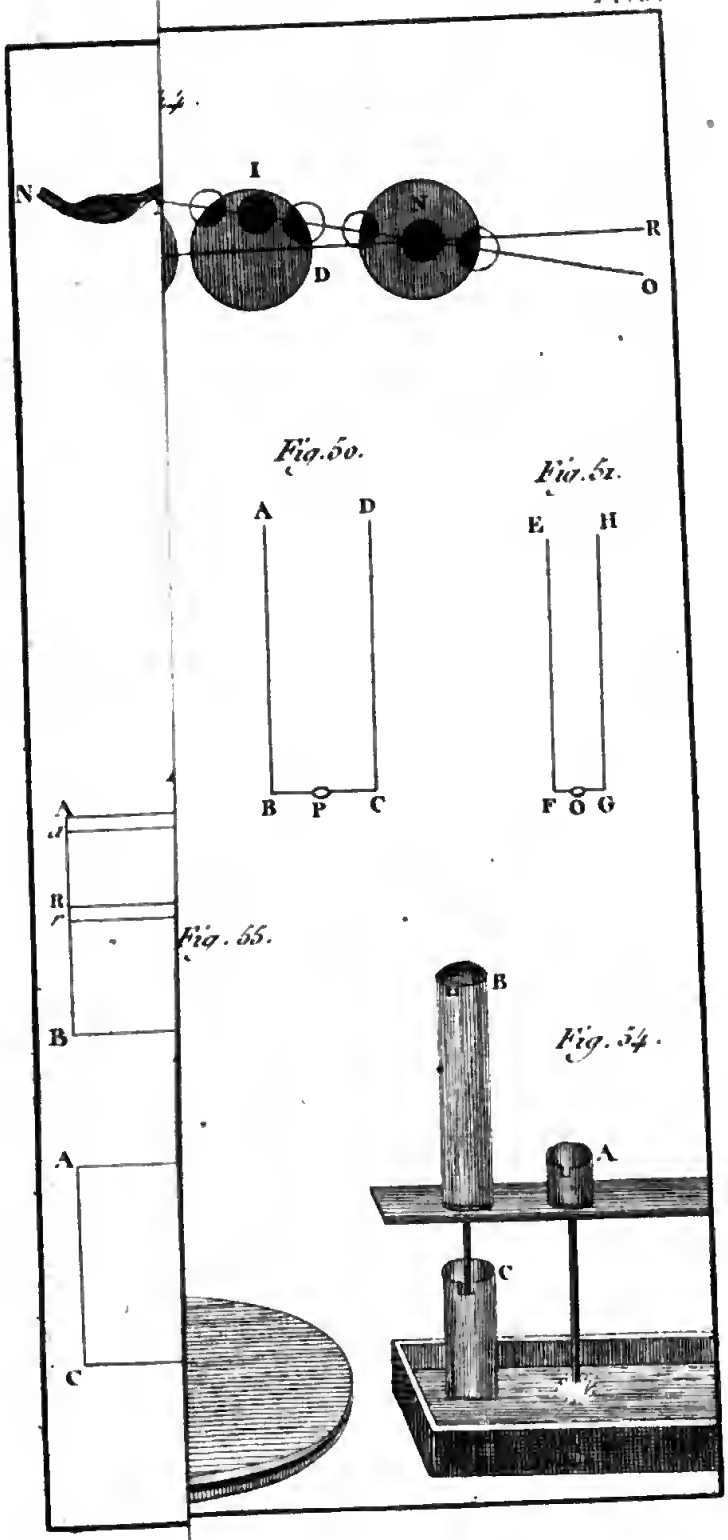


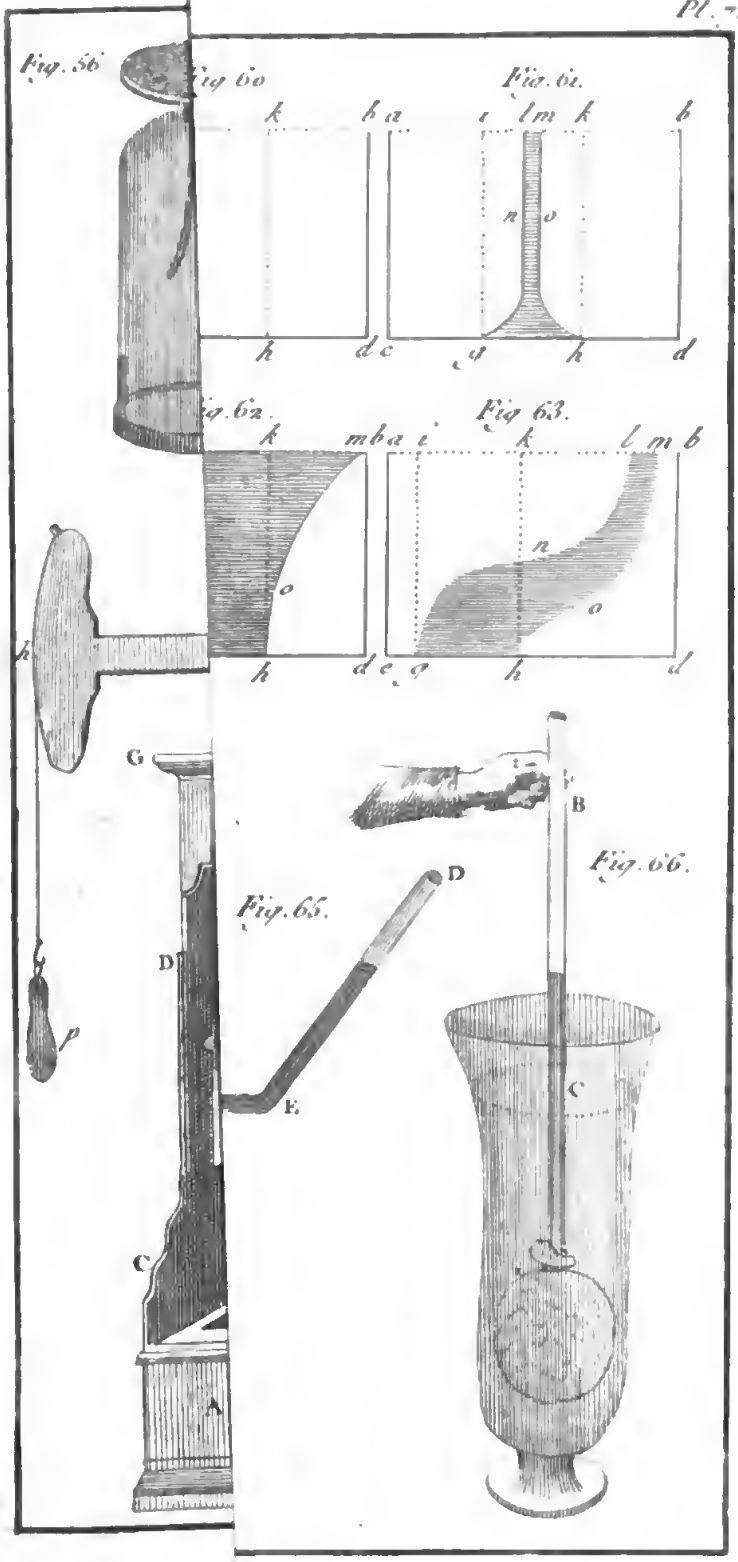
Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 55.

Fig. 54.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI



Digitized by Google

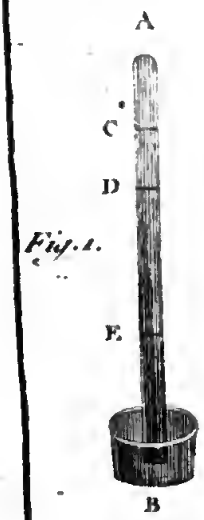


Fig. 1.

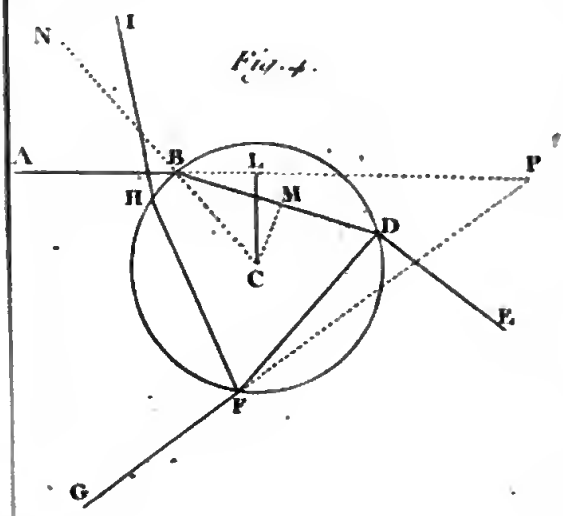


Fig. 4.

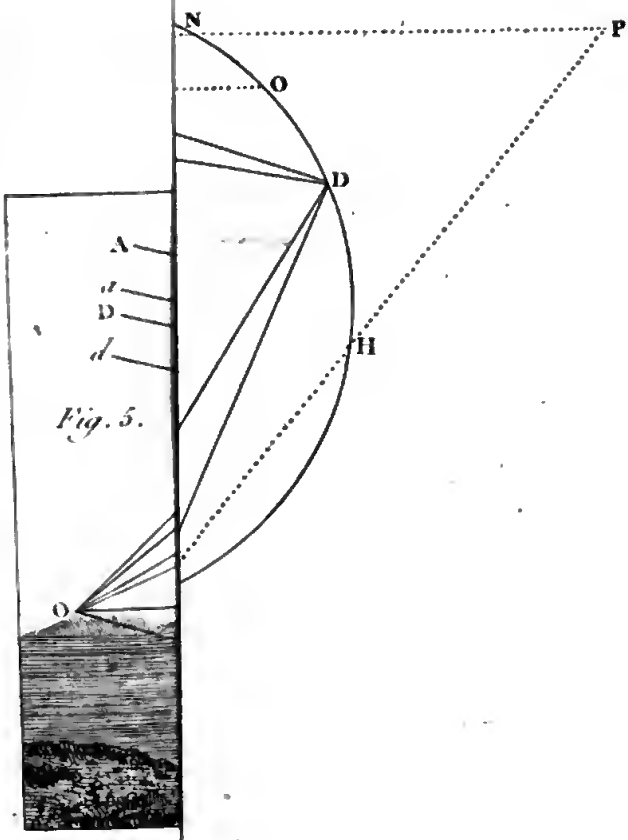


Fig. 5.

VITTORIO EMANUELE III - BIBLIOTECA NAZIONALE
NAPOLI

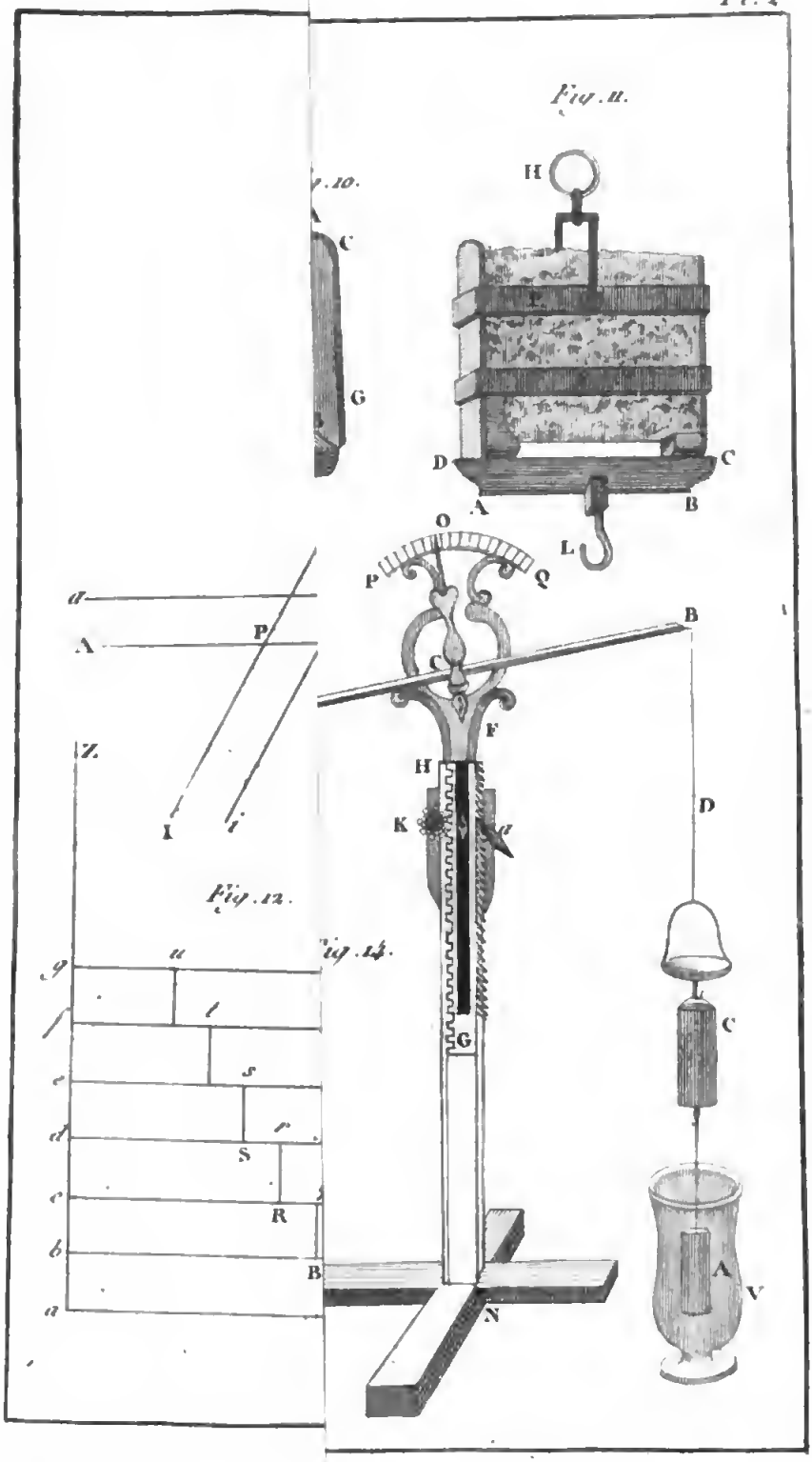
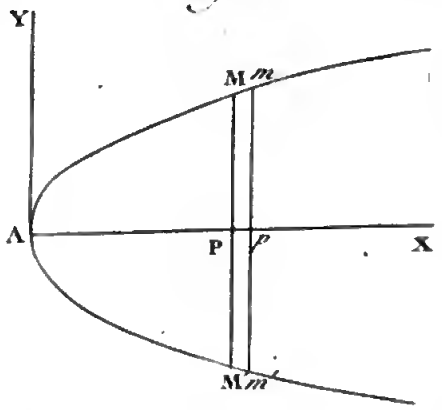


Fig. 10.
C
G
Fig. 11.
H
D
C
A
B
O
L
P
Q
a
A
P
B
C
F
H
K
D
Z.
I
i
Fig. 12.
Fig. 13.
g
f
e
d
c
b
a
u
t
s
r
S
R
B
G
C
A
V
N

VITTORIO EMANUELE III - BIBLIOTECA
NAPOLI

Fig. 18.



C

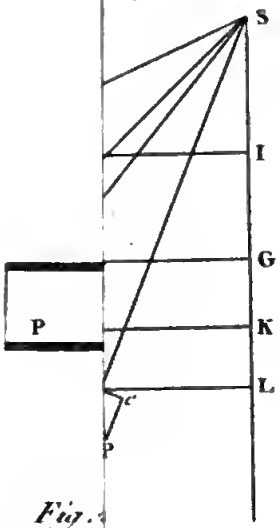


Fig. 20.

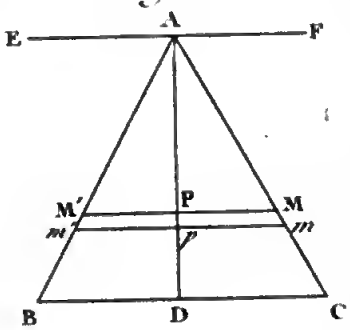


Fig. 24.

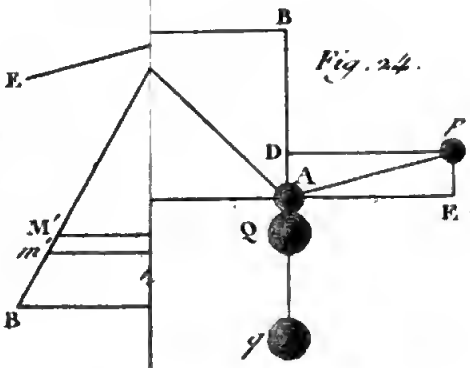
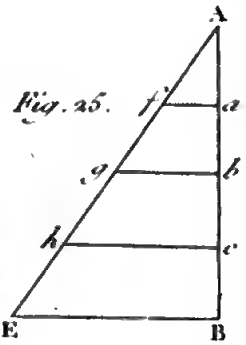


Fig. 25.



VITTORIO EMANUELE III - BIBLIOTECA NAZIONALE
NAPOLI

Digitized by Google